

# 可持续 IT

为何可持续绿色IT革命时机已到

# 概述

当下，随着全球各类组织机构都努力在增长目标与可持续商业间找到平衡，确保这种平衡延伸到技术应用上也变得非常重要。

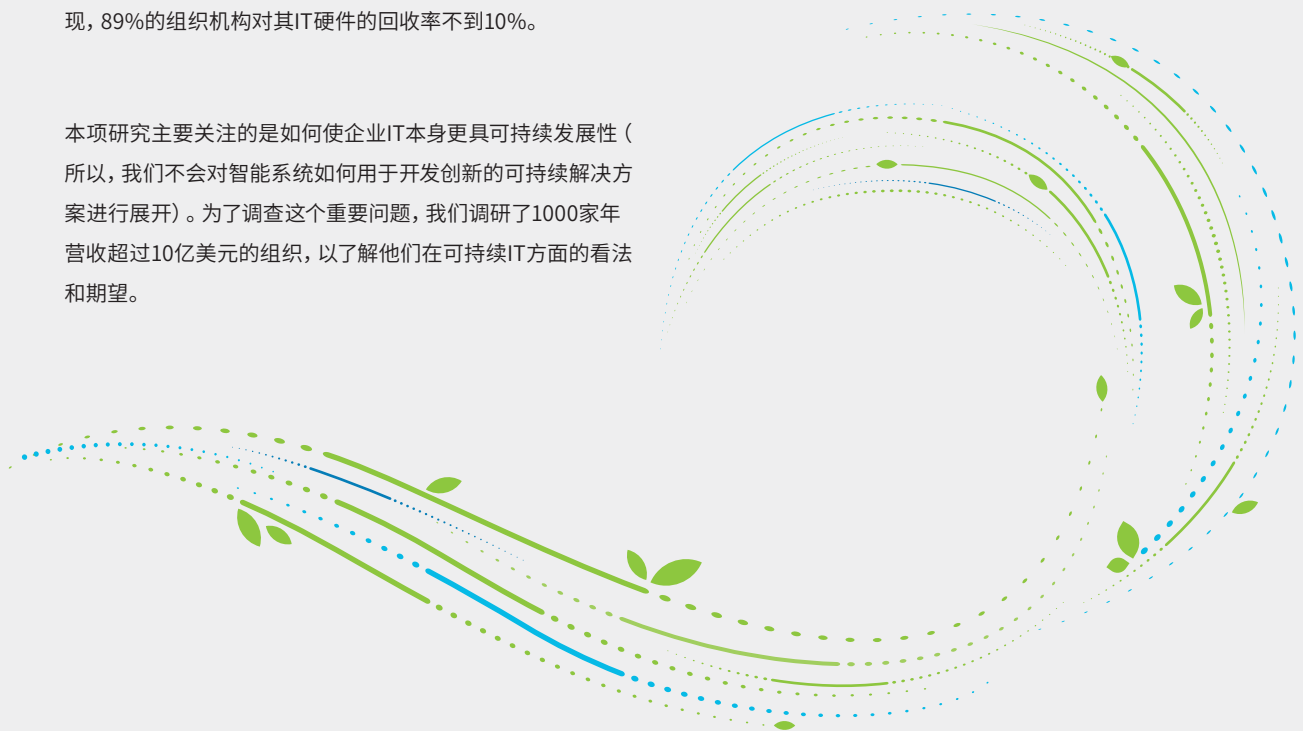
虽然技术解决方案在解决环境问题上做出了贡献，但总体上看，信息技术本身还是产生了大量碳排放的。例如，2019年，数据中心占了全球能源需求的近1%[1]。COVID-19病毒流行期间，我们都看到了数字化的加速趋势，这也会增加企业的IT碳排放量。

科技行业正迫切希望解决这个至关重要的问题。微软正在实验研究一些有助于降低数据中心能源需求的方法。例如其中一个项目‘Natick’，旨在测试水下数据中心的性能和能源效率[2]。但是大部分企业并不像微软这般重视这个问题。调查发现，89%的组织机构对其IT硬件的回收率不到10%。

本项研究主要关注的是如何使企业IT本身更具可持续发展性（所以，我们不会对智能系统如何用于开发创新的可持续解决方案进行展开）。为了调查这个重要问题，我们调研了1000家年营收超过10亿美元的组织，以了解他们在可持续IT方面的看法和期望。

我们还采访了IT高管、可持续发展专业人士，以及来自核心职能部门(如人力资源、财务和营销)的高管。在本项研究中，我们解决了以下问题：

1. 企业IT当前对环境的影响有多大，增长趋势如何？
2. 关于IT对环境的影响，各组织机构的认识程度如何？
3. 组织机构目前会优先考虑发展可持续IT吗？
4. 实现可持续IT能带来什么好处，企业应该主要关注哪些实际场景？
5. 企业应遵循怎样的路线来促进可持续IT方案的实现？



# 摘要

## 企业IT在世界碳排放总量上的占比不容忽视

- 2019年, 全球共产生53.6吨的电子垃圾, 五年内增长了21%
- 对IT硬件回收不到10%的组织机构占比89%.

## 但尽管IT碳排放已经显著增长, 大部分企业还是不会优先考虑可持续IT...

- 我们采访的来自全球的高管中, 只有43%表示他们了解自己公司的IT碳排放量
- 50%的公司表示, 他们有整个集团的可持续发展战略, 但在可持续IT方面, 只有18%的公司表示他们有全面的战略, 制定了明确的目标和目标时间表

## ... 并且由于工具和专业经验的缺失, 方案的选择和部署都难以进行

- 49%的受访者表示, 实施可持续IT方案的一个主要挑战是缺乏量化IT碳排放量的工具或标准/评级
- 53%的受访者表示他们不具备实施可持续IT的专业知识

## 上述种种原因, 导致企业正在与一个十分重要的机遇失之交臂

- 在我们的调查中, 只有6%的组织在可持续性IT方面可以被归类为高度成熟
- 在这些被归类为可持续IT高度成熟的企业中, 61%的企业改善了其ESG(环境、社会和治理)得分和品牌形象
- 这些被归类为可持续IT高度成熟的企业中有56%都提高了客户满意度

## 推动企业进步以抓住可持续IT的机遇, 关键是这样三个步骤路线图

1. 建立定性定量的企业诊断评估标准, 并制定与组织可持续发展战略相一致的可持续IT战略, 并以此作为基础。
2. 建立强有力的管理方法, 并由专门的团队负责执行, 同时这个团队需要最高领导层的支持。
3. 将可持续性作为软件体系结构的关键支柱, 以此实施可持续性IT计划。

## 可持续IT的定义

可持续IT是一个相对概括性的术语，它主要描述一种以环境保护为基础的IT方法论，涉及计算机软硬件的设计、使用、处理，以及用这些计算机软硬件实现的商业流程的设计。此术语还延伸到其他一些生产活动，如可用于对IT硬件所需的稀有金属的开采，水资源保护，甚至循环经济原理在整个技术生命周期中的应用。我们的研究覆盖了企业IT的所有领域，

包括用户硬件和设备、网络和通信系统、应用程序和数据，以及云计算（图1）。在所有这些领域中，我们主要关注可持续IT的一些重要方面，如生态友好设计原则的应用和可持续IT架构的设计。我们还会关注披露环境相关信息的企业报告和可持续IT方案的管理工作。

**图1: 可持续IT——在整个企业IT蓝图中使用以保护环境为中心的方法**



Source: Capgemini Research Institute.



# 为什么可持续IT如此重要

## 企业IT对环境的影响日益受到关注

计算能力和数据存储需求的上升给环境带来了重大的挑战。到2025年，互联设备的数量预计将达到557亿台，其中75%将连接到物联网平台<sup>4</sup>。连接物联网设备生成的数据预计将增长四倍，从2019年的18.3泽字节增加到2025年的73.1泽字节<sup>5</sup>。这些数据的存储和处理反过来又会导致对数据中心的需求增加。例如，从2015到2019年，一家大型云计算解决方案供应商的运营足迹增涨到了4.31倍<sup>6</sup>。数据量的增长也将导致人工智能等技术的日益普及，而人工智能对于从大量数据存储的价值至关重要。我们以前的研究表明，跨组织采用人工智能的程度一直在稳步上升，超过二分之一的组织（53%）在个别或多个案例中试验和证明相关的概念<sup>7</sup>。

所有这些因素都促成了企业IT的碳足迹不断增加。我们可以查看以下每个详细的内容：

**数据中心：**数据中心的操作耗能十分密集。2019年，数据中心占全球能源需求的近1%<sup>8</sup>。在美国，数据中心占全美用电总量的2%<sup>9</sup>。一些世界上最大的超规模互联网公司已经采取了重要的措施，为其数据中心提供可再生能源。

例如，微软宣布计划：到2025年百分之百改用可再生能源来运行其数据中心<sup>10</sup>。谷歌，计划到2030年完全转向无碳能源为其数据中心提供动力<sup>11</sup>。然而，除了这些组织所采取的行动之外，大部分的数据中心仍然使用化石燃料作为主要的供电能源。在我们的调查中，只有17%的组织在其数据中心部署了使用绿色能源的相关措施。

**用户设备：**电子设备的生产和处置对环境有重大影响。例如，用于制造智能手机的金属的提取与生态破坏紧密相关，并产生大量有毒废物。此外，用于制造智能手机的金属都是有限的资源<sup>12</sup>。总体而言，估算表明生产这些设备的碳成本几乎超过使用这些设备的碳成本<sup>13</sup>。因此，延长电子设备的使用寿命至关重要。例如，总部位于荷兰的手机制造商Fairphone，提供可持续更改设计的手机，其模块化部件能够轻松修复<sup>14</sup>从而延长其使用寿命。

硬件设备的处理也对环境构成重大威胁。电子废物中含有危害人类健康和环境的有毒物质。2019年，全球共产生5,360万吨电子垃圾，并在五年内增长21%（见图2）。因此，预计到2030年，电子废物的数量将增长为7,400万吨<sup>15</sup>。目前的电子废物回收水平远远不够。2019年全球产生的电子垃圾中只有17.4%被回收利用<sup>16</sup>，我们调查的组织中绝大多数的IT硬件（89%）回收率不到10%。

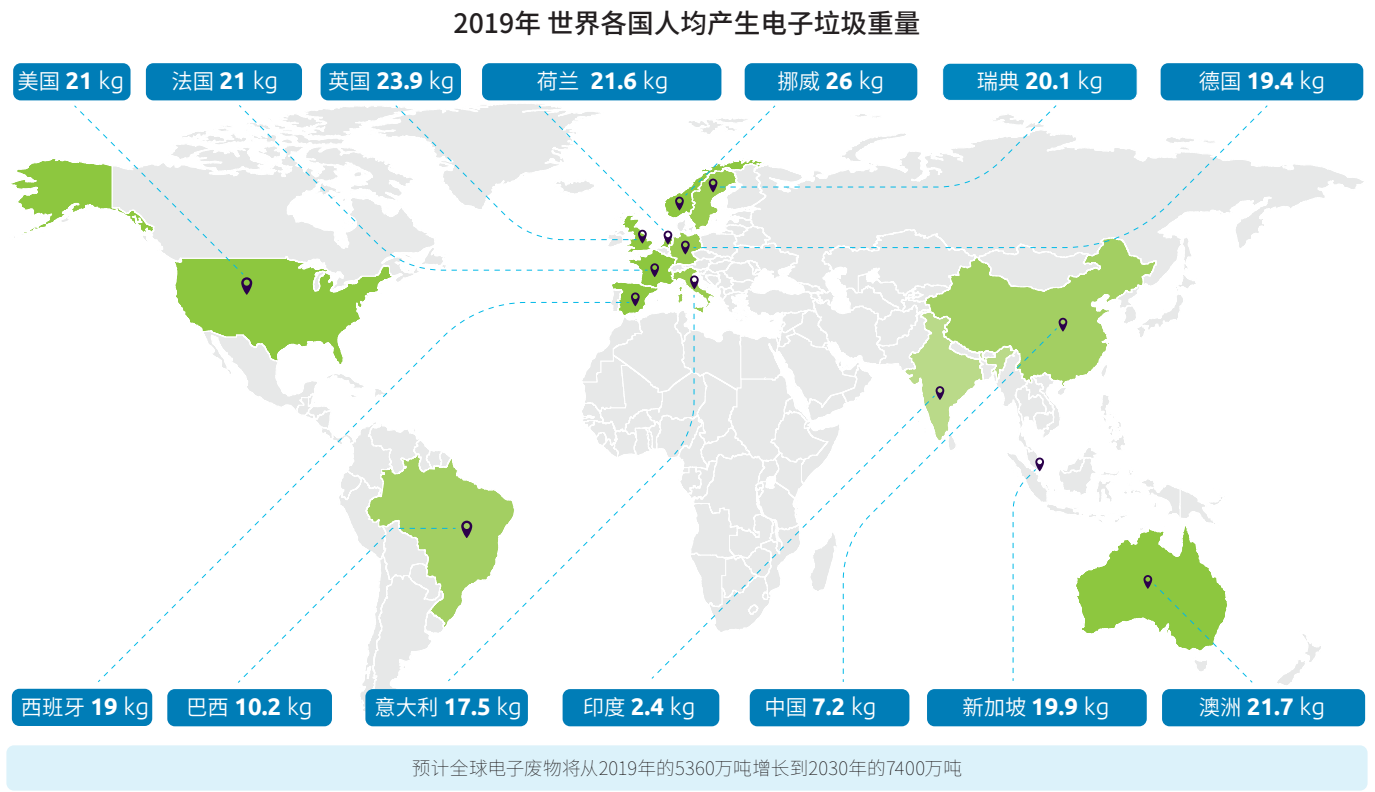


89%

企业和组织的IT硬件设备回收率不到10%



图 2: 废弃电子设备是一个日益严重的可持续发展问题



来源:全球电子废物统计合作伙伴<sup>17</sup>

图3: 领先企业的碳足迹概览



\*包括终端用户设备的组装、运输、使用和翻新。涵盖在范围1和范围2内的排放，市场调查来源：碳信息披露项目和美国环境保护局。

**人工智能:** 虽然人工智能有巨大的潜力成为气候行动的核心, 以帮助应对气候变化, 但它也有自己的碳足迹。例如, 自然语言处理模型 (NLP) 是最大的人工智能模型之一 (NLP 18的目标是掌握人类语言), 但一项研究发现, 运行一个人工智能的语言处理系统产生了1400磅的碳排放--大约是一个人在纽约和旧金山之间往返飞行的排放量<sup>19</sup>。

在以前的研究中, 我们估算了人工智能的使用中关键案例的温室气体足迹 (见图4)<sup>20</sup>。我们的分析表明, 试验和运行人工智能系统所产生的温室气体排放差异很大, 二氧化碳排放从几克到几公斤不等, 这与一个大组织总体的温室气体足迹相比是很小的。然而, 随着人工智能的应用范围越来越广, 各组织需要关注人工智能的碳足迹并采取措施, 设计和部署可持续的人工智能应用。

**图 4: 人工智能应用样本的温室气体足迹**

人工智能使用案例	产生的温室气体排放量		组织平均排放量
	构建/试验阶段	运行/执行阶段	
工厂质量监测图像识别系统	10千克 二氧化碳	300克 二氧化碳	前30家消费品制造商在范围1的平均年排放量 <b>600万吨二氧化碳</b>
大型能源公司的AI光学识别系统	780克 二氧化碳	960克 二氧化碳	欧洲一家大型石油和天然气公司在范围1的排放量 <b>4000万吨二氧化碳</b>

资料来源:凯捷研究院的分析\*, 碳信息披露项目, 2019年由跨部门大型组织所提交的气候变化报告。

\*该分析是凯捷研究院之前所做的关于使用人工智能推动气候行动研究的一部分。旨在分析一些流行的人工智能应用案例的温室气体足迹。

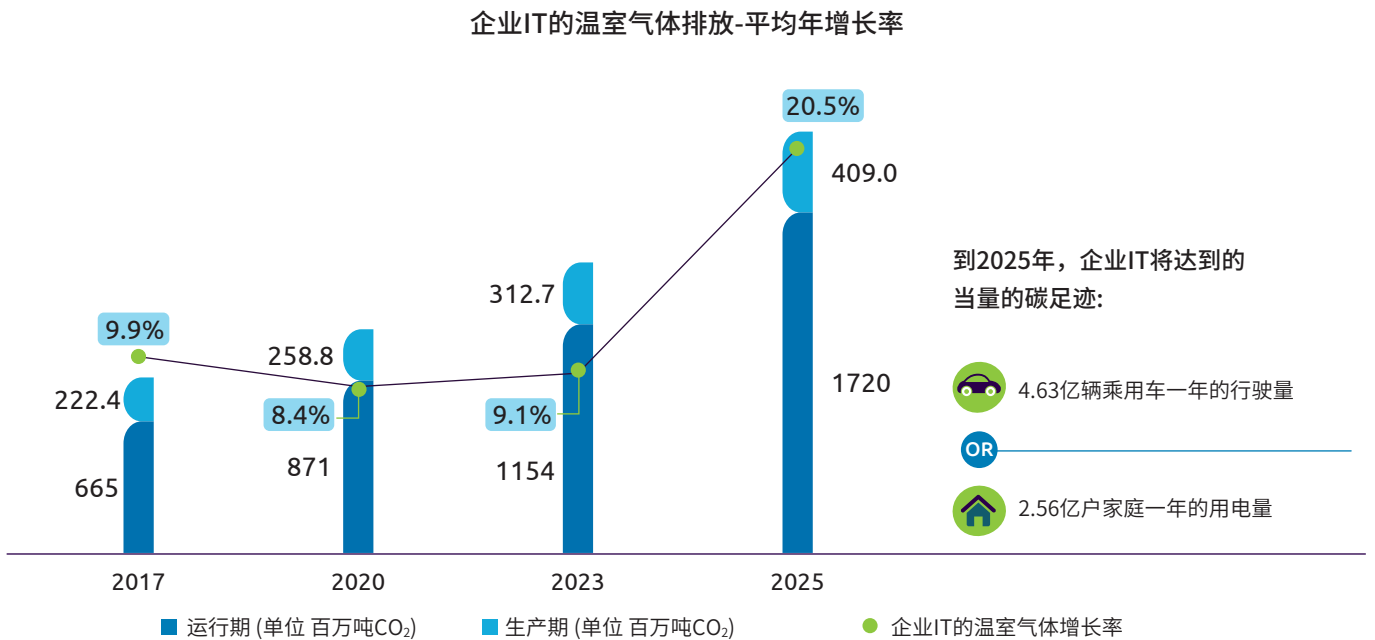
得出这些分析的因素有:流程持续时长、平均耗能功率、冷却消耗因子和单位转换因子。

# 企业IT碳足迹预计将显著增长

随着企业继续投资于数字技术，企业IT碳足迹也将扩大（企业IT温室气体足迹增长率见图5）

然而，各企业并不认为这是一个值得关注的领域：78%的企业在没有碳补偿的情况下，计划在未来的三年内，通过可持续IT减少近四分之一的碳足迹。

图5: 企业IT导致的CO<sub>2</sub> 当量排放量正在增加



资料来源: The Shift Project, 《让ICT向数字节制倾斜》, 预测依据是企业IT的预期演变/增长(计算方法见下文\*)<sup>21</sup>。预测年份从2020年开始。MtCO<sub>2e</sub>代表百万吨二氧化碳当量的温室气体排放量。

\*使用 The Shift Project 在题为《让ICT向数字节制倾斜》的报告中概述的“预期情景”，我们预估了企业IT温室气体足迹的增长率。就此种计算方式而言，我们假设所有出货的台式机、笔记本电脑以及显示器中的40%，所有智能手机的5%，以及所有平板电脑的10%是由企业用户所使用的。

在下一节中，我们将考察企业在IT对环境影响的认知程度，以及为实现可持续IT而采取的措施

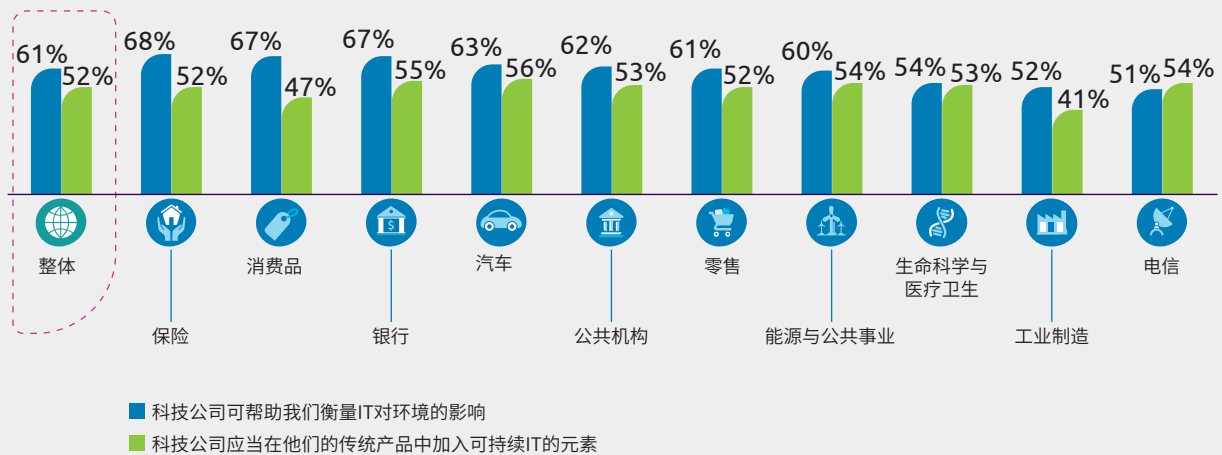
## 许多企业都希望科技产业能够帮助他们推动可持续IT

这或许反映了许多企业缺乏成熟度的问题，各行业的公司在涉及可持续IT时，都希望科技产业能起到带头作用。我们的研究表明，他们希望技术供应商能够将推动可持续IT作为其价值主张的一部分，并愿意为可持续IT的产品和服务付出更多：

如图6所示，52%的企业认为，技术公司应当在他们的产品和服务中加入可持续IT的层面，有61%的公司希望科技公司能够帮助他们衡量他们的IT对环境的影响。

有接近一半（48%）的公司认为，技术公司应当为可持续IT制定标准并决定规范，有接近四分之一（23%）的公司已经拒绝了那些不遵守可持续发展采购规范的技术供应商（即环境问题，如果供应商想要销售产品或服务，公司会坚持要求供应商遵守此问题）。在法国和英国，有90%的公司都认为，科技公司能够帮助他们衡量IT对环境的影响。

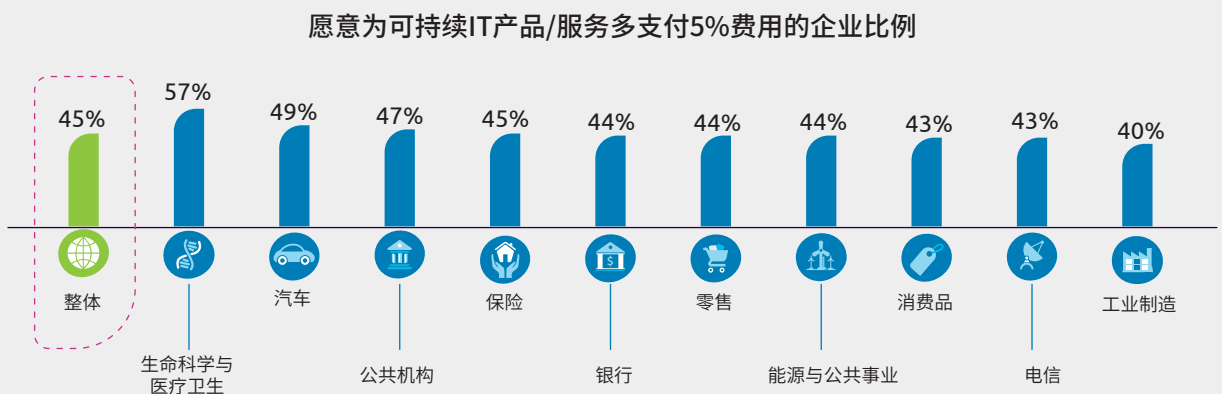
图6:公司对科技公司的高期望值



资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT调研, 2020年12月至2021年1月, 采样量915家企业。

科技行业满足这一需求的商业案例也很明显。总体而言，45%的企业愿意为可持续IT的产品和服务支付高达5%的溢价（见图7）。

图7:45%的企业愿意为可持续IT多支付5%的费用



资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT调研, 2020年12月至2021年1月, 采样量915家企业。

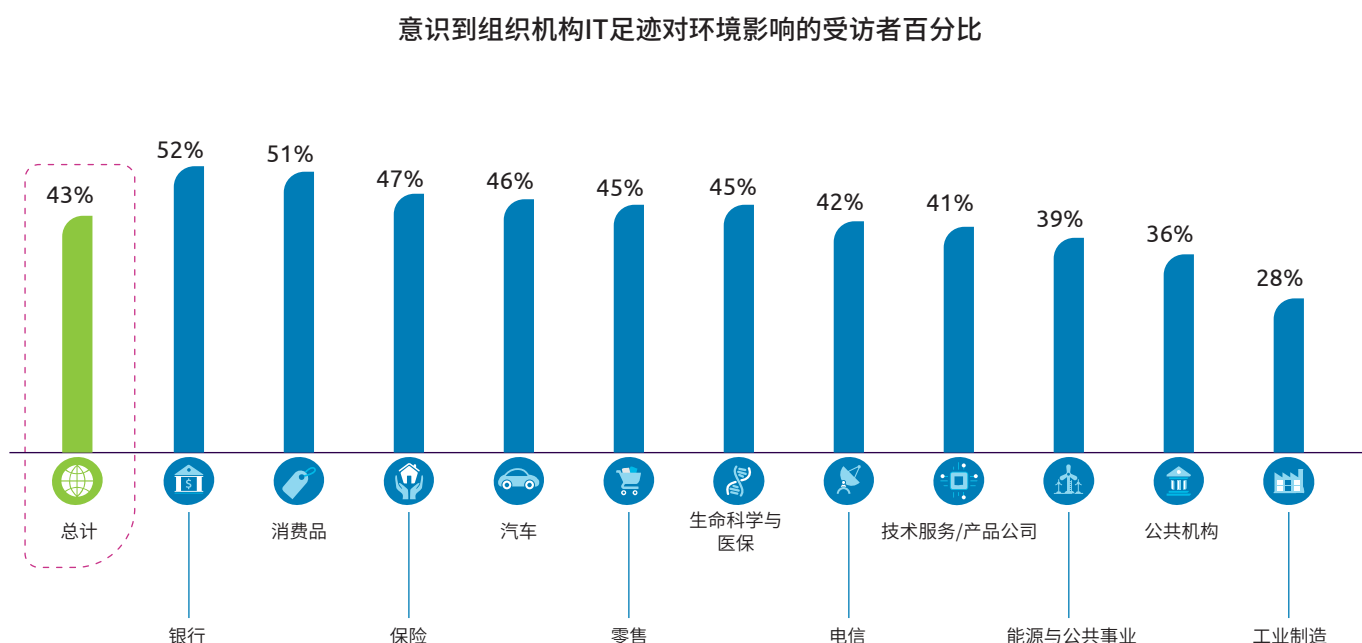
# 尽管 IT 碳足迹不断增加， 但可持续 IT 并不是大多数组织的 优先事项

## 多数机构基本没有意识到IT对环境的影响

我们的研究揭示了人们对它的整体环境影响的认识上的差距。例如，只有34%的人意识到，手机和笔记本电脑的生产比这些设备在使用寿命中的碳排放量更高。对于公司自身的IT碳足迹也缺乏认识。从全球来看，不到一半的高管（43%）表示，他们知道公司的IT足迹。

认知水平因行业而异：例如，银行业和消费品行业的认知水平相对较高，而工业制造业的认知水平在我们研究的行业中最低（见图8）。

图8:对组织IT足迹的环境影响的认识差距



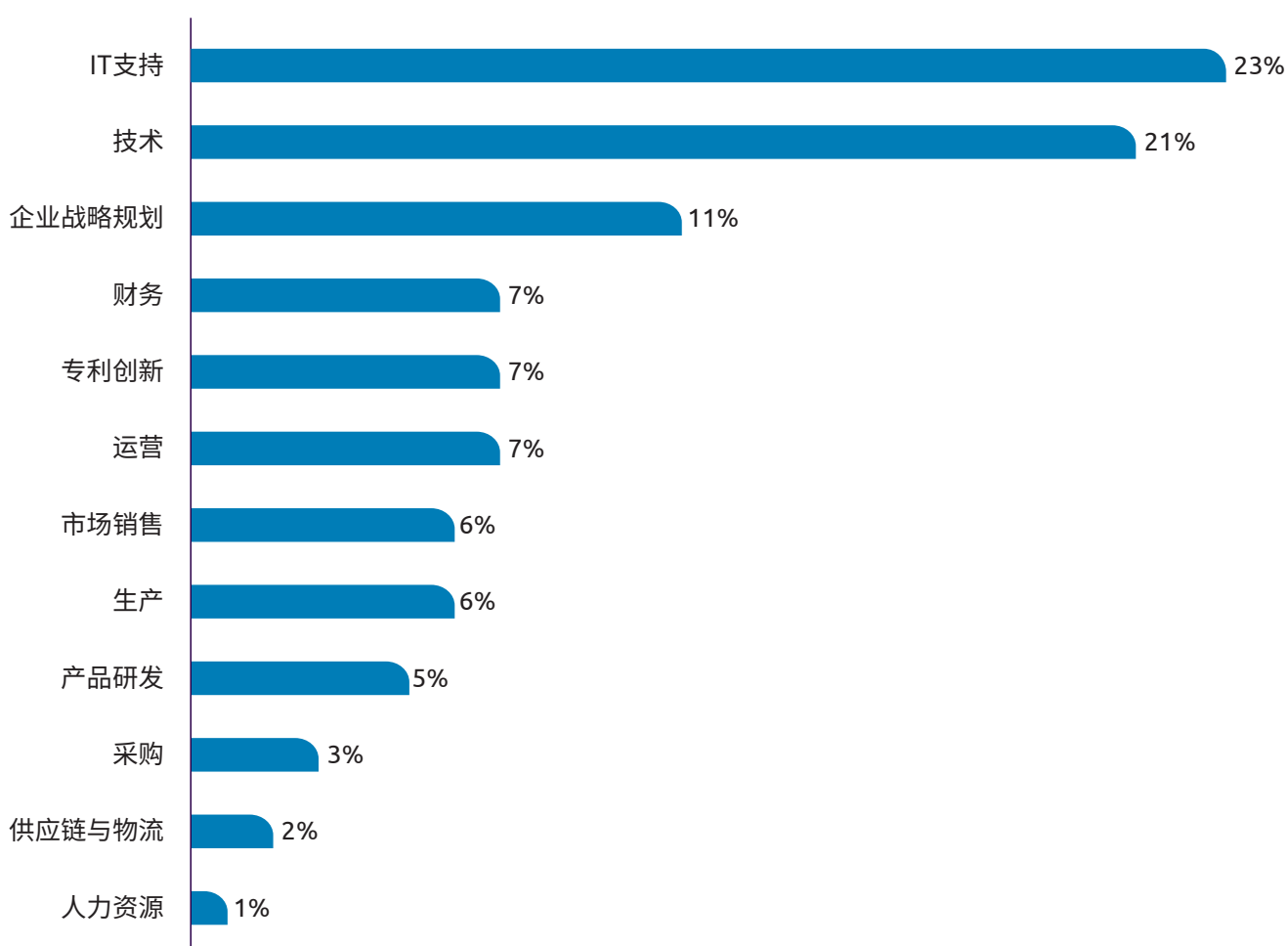
资料来源:凯捷研究院, 绿色IT调查, 2020年12月-2021年1月, N=1000组织。

如图9所示, 管理人员认为业务中的非IT职能部门需要建立他们的可持续性IT意识。我们要求受访者提名企业中一个拥有高度可持续IT意识的

职能部门。IT部门在意识方面排名第一, 人力资源部门排名垫底, 这也许并不奇怪。

图9:不同企业职责对可持续IT的认知程度的排序

贵公司的下列哪项职能部门对可持续IT计划有较高的认识/实施?



资料来源:凯捷研究院, 绿色IT调查, 2020年12月-2021年1月, N=1000组织。

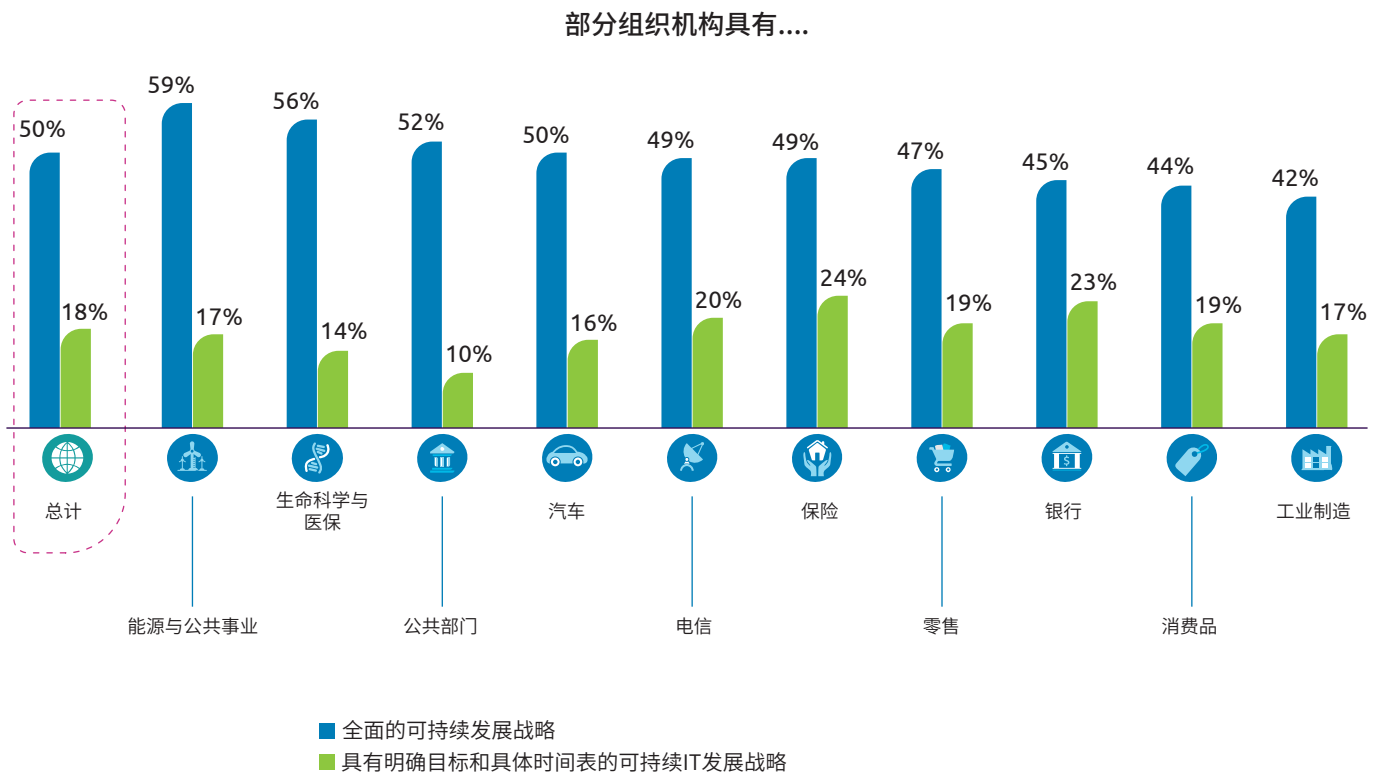
50%的公司表示他们已经制定了企业级的可

持续发展战略, 然而只有**18%**的公司表示他们有一个全面的IT可持续发展战略

## 可持续IT已经脱离了愈加广泛的可持续发展议程

一半的公司说他们已经制定了企业范围的可持续发展战略，不到五分之一（18%）的公司说他们有一个全面的可持续发展的IT战略，有明确的目标和目标时间表。图10显示了这个跨多部门的问题。

图10:多部门、多组织缺乏一个全面的IT可持续发展战略



资料来源:凯捷研究所, 绿色IT调查, 2020年12月-2021年1月, N=1000组织。

在地理层面上, 这一差距在英国最为明显, 74%的人表示他们有企业级可持续发展战略, 但只有19%的人有企业范围的可持续IT战略。相比之下, 美国的组织报告的差距要小得多: 41%的组织说他们有可持续发展战略, 36%的组织说他们也有全面的可持续IT战略。

对许多人来说, 可持续IT是一项正在进行的工作:62%的人仍在制定他们的战略, 19%的人有当地的方法, 但没有实现企业范围的规模。



# 企业鲜少尝试降低IT碳排放量

本小节调查内容:

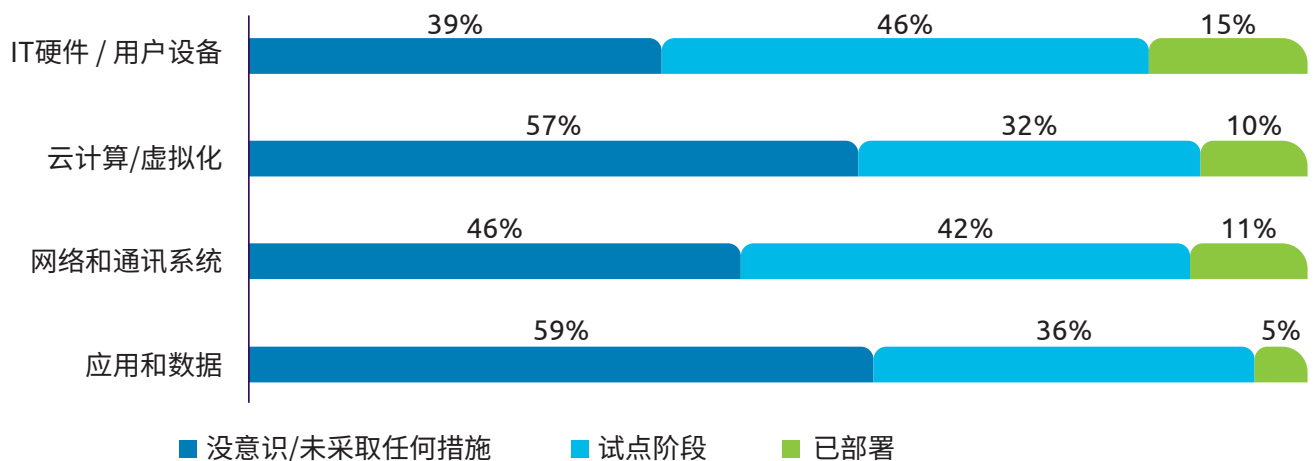
1. 在企业IT层面, 组织在多大程度上实施了减少碳足迹的措施。
2. 组织在多大程度上建立了必要的治理机制和环境披露政策以支持这些措施。

## 1-实现进度

如图11所示, 碳减排方案的规模化实施很少。只有15%的企业采取措施来减少IT硬件的碳足迹, 其中46%处于试点阶段, 39%根本没有采取任何行动。

图11:企业较少利用机会来减少IT对环境的影响

您是否在不同的IT模块上采用过一些措施来减少碳足迹?



资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT问卷调查, 2020年12月 - 2021年1月, N=1000 组织机构。

**用户硬件和设备。**尽管电子废物问题十分突出<sup>22</sup>, 但许多组织并不重视。我们发现只有 35% 的企业度量了其处理硬件对环境的影响。相比之下, 戴尔一直在运营一个项目, 从已报废的计算机中回收塑料来制造新的零部件。<sup>23</sup>

**应用程序和数据。**在可持续性发展方面, 组织级别对于应用的规划经常被忽略。我们发现只有 19% 的企业度量了开发环境的能源影响, 21% 测量了生产环境对可持续性的影响。使用可持续应用架构等措施可以帮助组织使应用合理化, 并识别和分离能源密集型应用。但是, 59% 的组织要么对此缺乏理解, 要么没有实施此类架构。

**网络和通讯系统。**组织还可以通过采用更多节能的数据传输设备来优化其能源的使用。例如使用边缘计算技术, 在更靠近数据源头的地方处理数据, 这会减少将数据传输到几百英里外的数据中心的需求, 从而降

低了能源的使用。但只有15%的企业部署了边缘计算的措施, 36%的企业还没有采取任何措施。

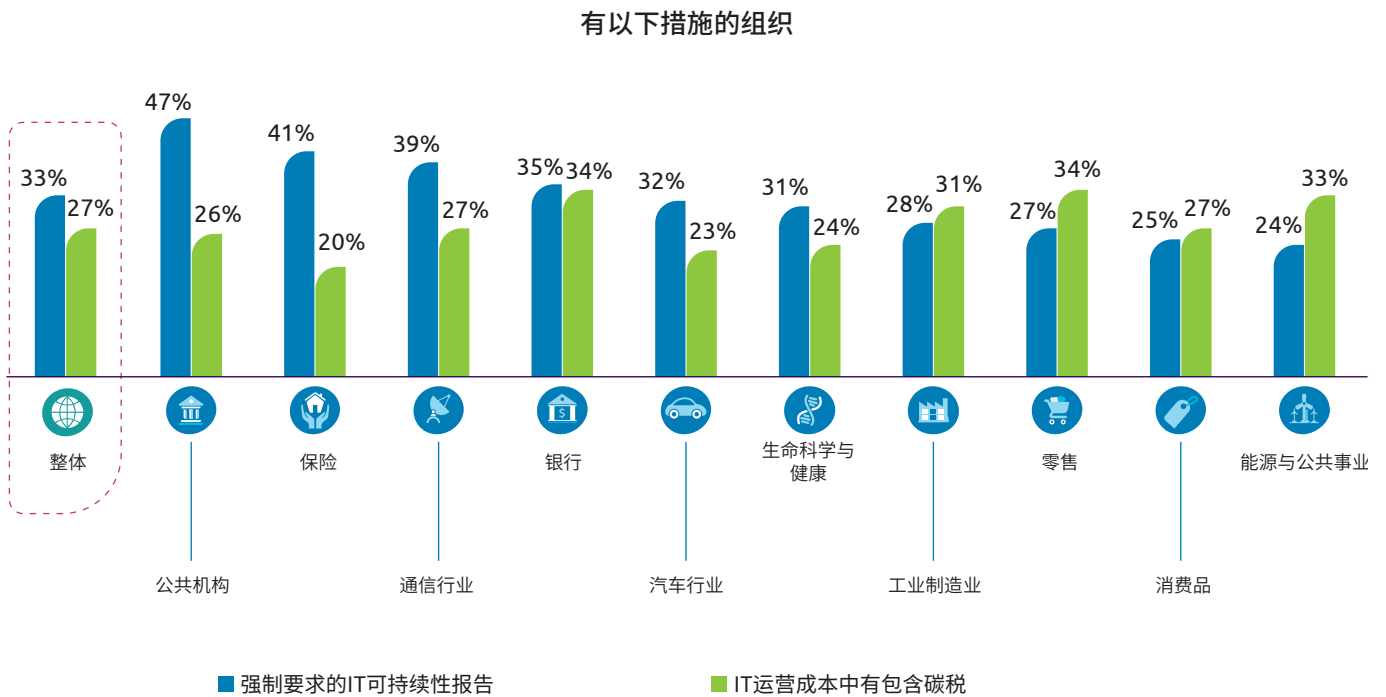
**云计算。**从本地基础设施转向云计算可以显著地节省能源<sup>24</sup>。虽然世界各地的组织都在采用云计算, 但很少有人意识到这项技术对环境的影响。我们发现只有19%的企业测量了云计算技术的环节影响, 60%的企业没有切换到旨在降低能源消耗的绿色云架构和框架。Lance Pierce, 碳揭露项目的负责人表示“当组织选择低碳的云计算时, 他们在可持续发展方面迈出了重要的一步。可持续的数字化转型, 以更绿色的云计算为动力, 能够创造一个可持续和繁荣的经济, 长期为人类和地球工作。”<sup>25</sup>

## 2-披露和治理

总体来看只有三分之一的组织制定了政策，要求报告企业IT碳足迹（参考图12）。而且，大多数企业没有将披露要求扩展至供应商。

当只有27%的企业完成了IT运营的碳费用、29%的企业使用碳评估工具的情况下，有效性报告也是比较难以实现的。

图12: 很少有企业具备有力的措施来完成报告和指标管控



资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT问卷调查, 2020年12月-2021年1月, N=1000 组织机构.

大多数组织普遍缺乏可持续IT举措的治理机制（如承诺的最高领导支持和用户意识宣导）。例如，只有34%的企业反馈可持续IT是其董事会议程的一部分，同时只有39%的企业有监管机构来监督可持续IT。

此外，只有一半的企业反馈他们的CIO参与到其公司的可持续性治理团队中。这表明在许多组织中，IT职能可能不被视为推动总体可持续发展议程的关键角色。



# 为什么企业不重视可持续IT?

## IT供应商评估环境影响所使用的通用标准或评级方式的复杂性

许多组织发现很难测量其 IT 碳足迹:49% 的组织表示,这是因为它们无法获取解决多层问题所需的工具、通用测量标准或评级方法。所有数字化的互动(如电子邮件、视频或语音通话、数据存储和共享)都有相关的碳成本。但是,因为它不被常人所知也没有定期公布,许多人并没有意识到这一点。一位负责环境可持续的高管补充道,“基础设施(如锅炉)的能源影响已经被研究得很透彻,所以组织对碳影响非常清楚。但IT基础设施的影响情况却不同。我认为IT行业必须为他们的产品设计绿色标签,这样像我们这样的公司才能更容易做出更环保的购买决策。”

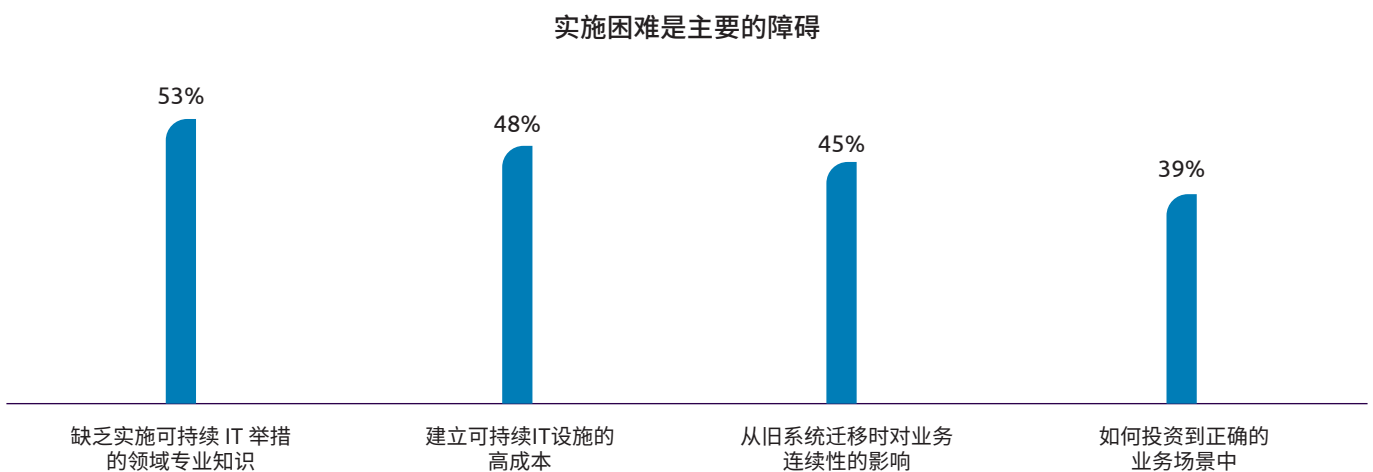
对与 IT 设施的制造和使用相关的碳足迹研究至关重要。RED(一个专注于加速公司、城市和政府的可持续发展转型的公司 Engine Impact的一部分)的CEO Whitfiel表明“为了应对碳足迹的挑战,需要完成两件事。首先,我们需要更多的研究来了解数据中心使用的各种材料的真实碳足迹。其次,材料的使用方式需要改进,以提高性能和减少碳足迹。了解数据中心所体现的碳足迹的关键在于,确定用于构建设施的每个部分的碳足迹及其来源。”<sup>26</sup>

## 实施困难是可持续IT的主要障碍

从缺乏实施专业知识的组织到担心部署可持续IT可能损害业务连续性,实施问题仍然是可持续IT面临的一大挑战。就像图13展示的那样,超过一半(53%)的企业认为他们没有足够的专业知识,而48%的受访者担心建立绿色基础设施的成本过高。

一位负责环境可持续性的高管表示,感知问题影响到一些组织如何看待可持续IT部署对业务连续性的影响。“生产IT基础设施在日常运营和数据安全方面发挥着关键的作用”,他解释说,“因此,你不想因为任何事情而承担风险。当你使用一个更环保的产品时,你会某种程度的在质量上妥协。这更像是一个看法问题。”

图13: 实施可持续IT的挑战



资料来源: 凯捷研究所,可持续IT问卷调查, 2020年12月 - 2021年1月, N=1000 组织机构。

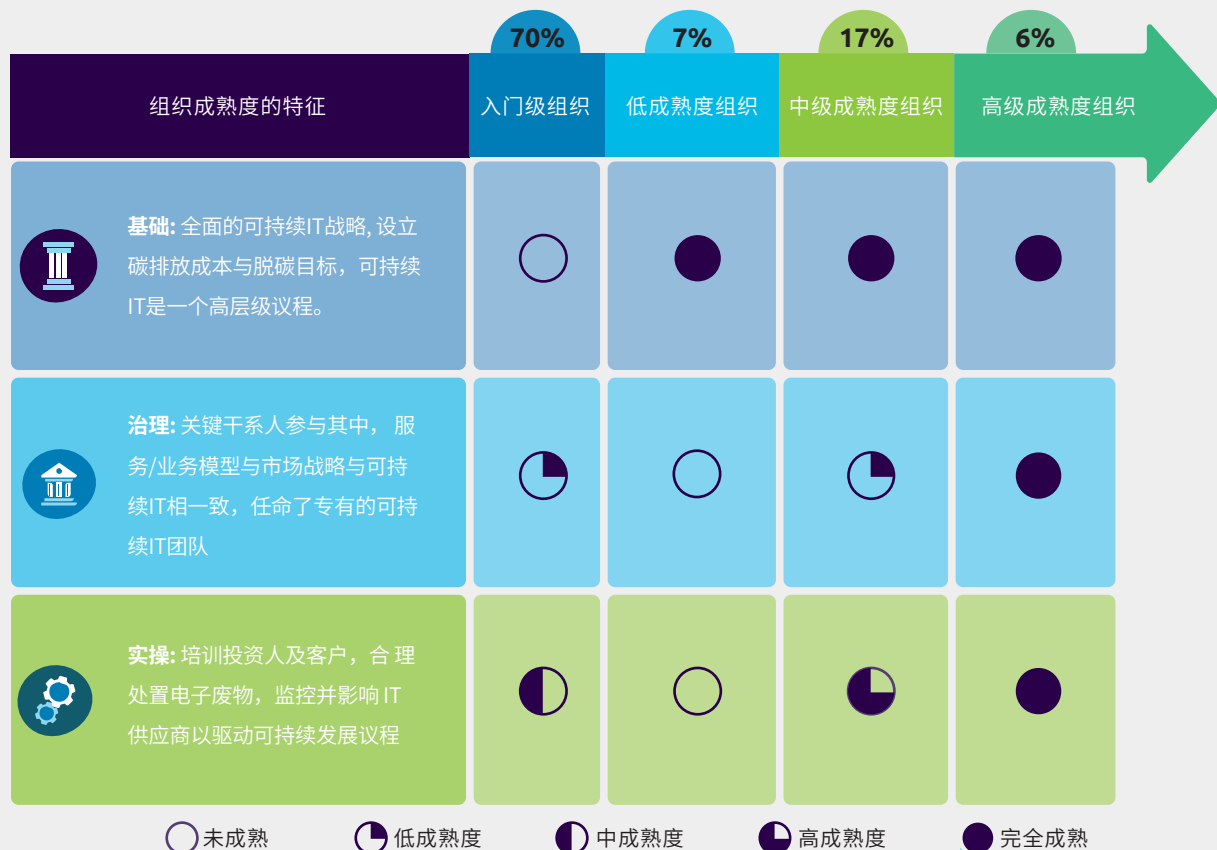
## 可持续IT为我们带来了什么？

### 可持续IT在高成熟度的组织中表现出了重要的价值

在1000份跨行业的样本中，我们分析了这些组织可持续IT的成熟度，在没有可持续IT的成熟方法到具备高度成熟可持续IT方法的范围对他们进行了归类。如图14所示，具备高度成熟度的组织三个方面全部实现：基础步骤、管理、可持续IT实操化——实现实操的组织是很罕见的。

整体来说，只有6%的组织（也就是我们称其为高成熟度组织）在端到端的可持续IT方案方面，表现出一定的成熟性。

图14: 不同组织正处于可持续IT的不同成熟阶段



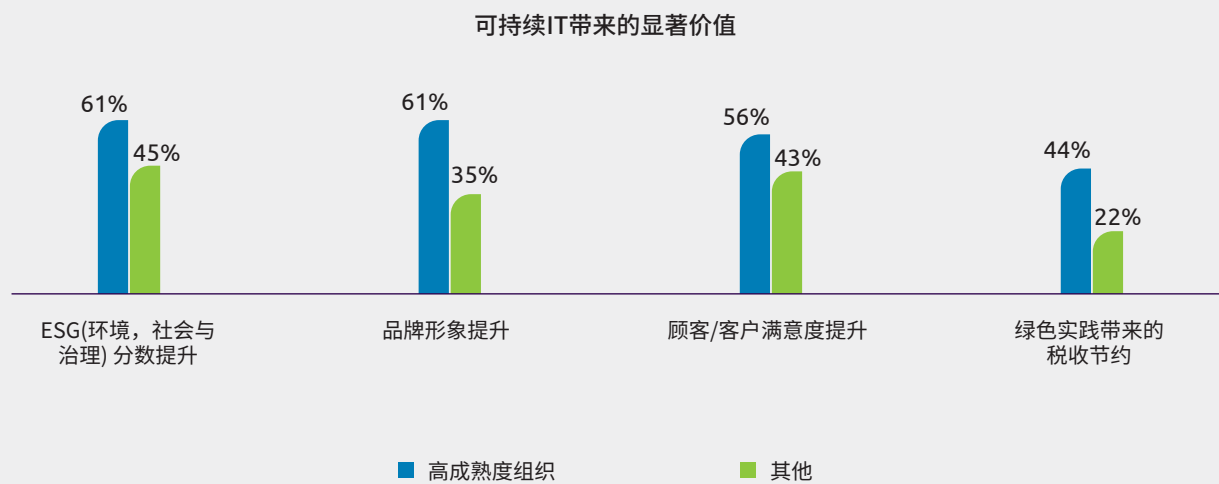
资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT问卷调查, 2020年12月 - 2021年1月, N = 1000 所组织.

案例证明,这些可持续 IT 处于不同成熟度的组织平均实现了 12% 的成本节约。经过与其它组织的对比发现,高成熟度组织在多重因素上明显传递出更多的价值,如图 15 所示:

- 相比于其它 45% 的组织,61% 的高成熟度组织的 ESG(环境,社会与治理) 分数及品牌形象得到了提升

- 56% 组织的客户满意度得到了提升 ( 相较于 43%)
- 44% 的组织表示绿色实践带来了税收上的节约 ( 相较于 22%)

图15:高成熟度的组织通过基础步骤、管理以及可持续IT倡议的实操化,获得了可观的价值



资料来源: 凯捷研究院, 可持续IT问卷调查, 2020年12月 - 2021年1月, N=1,000 organizations.

# 哪种可持续IT的案例提供的价值最大？

我们评估了六大类别下二十四个可持续IT案例，图16的总结分析显示了案例的采用和扩展，以及在每个类别中提供最大好处的用例。

六个类别包括：

- 1. 计算机硬件/用户设备：**自动关闭硬件/功能用例可通过降低功耗实现最高的成本节约（平均14%）同时减少这一类的碳排放。美国软件公司Citrix的IT主管 Chandramouli表示“我们确保我们的可持续发展原则贯穿于我们的应用程序。当用户使用我们的虚拟桌面基础设施平台去计算时，我们会在任何计算机资源未被使用时自动关闭或使用“发送到睡眠”模式。这些东西为可持续发展事业增加了更多的价值。”欧洲专利局ICT的可持续发展经理Christophe说，“一个快速成功的例子是运用打印机。当你的公司有几百台打印机并且你更改了待机、低功耗或睡眠模式的设置，就会节省能源。而且有了可显示能源消耗的打印机仪表盘，每个人都可以访问并看到这个具体、有形的数据。”
- 2. 云计算/虚拟化：**能够在整体范围内扩展解决方案的组织中，切换到绿色云体系结构和框架可以节省19%的成本。
- 3. 应用程序和数据：**开发可持续的体系结构以合理化应用程序、识别和解耦能源密集型应用程序，可节省11%的成本。组织应该审核他们的应用程序，这样他们就可以识别出能耗最高的应用程序，并采取措施处罚违规最严重的人。
- 4. 冷却技术：**数据中心是一个组织的第二大能源消耗来源，其中35%的能源是由冷却装置消耗的。任何能够减少数据中心冷却的举措都将为碳减排做出重大贡献<sup>27</sup>。使用机器学习优化冷却系统可节省8%的成本。美国电信组织威瑞森（Verizon）利用机器学习进行冷却管理，其24个数据中心中每年节省5500万千瓦时的能源<sup>28</sup>。数据中心的位置对能源消耗也起着非常重要的作用。微软测试了一个水

下数据中心，它在沿海地区提供边缘连接。地下水提供免费和持续的冷却功能，创造了一个节能的数据中心设计<sup>29</sup>。在所有用例类别中，最有益的用例也是这个组中采用最多的。

- 5. 使用率：**使用AI/ML优化数据中心的利用率，对于部署数据中心的用户可节省9%的成本。AI/ML在可持续性方面具有巨大的潜力（参见我们关于AI气候行动的研究<sup>30</sup>）。AI/ML能够基于可再生能源的动态调度来优化 workflow，提供的关键负载平衡技术。谷歌将数据中心非紧急工作负载的执行转移到低碳能源丰富的时候<sup>31</sup>。
- 6. 能源效率和使用：**运行和冷却服务器的成本远远超过了硬件的初始价格。因此，像“能源之星”这样的能源等级服务器在采购过程中是至关重要的。



“一个快速成功的例子是运用打印机。当你的公司有几百台打印机并且你更改了待机、低功耗或睡眠模式的设置,就会节省能源。而且有了可显示能源消耗的打印机仪表盘,每个人都可以访问并看到这个具体、有形的数据。”

**Christophe Debuyscher**

欧洲专利局ICT的可持续发展经理

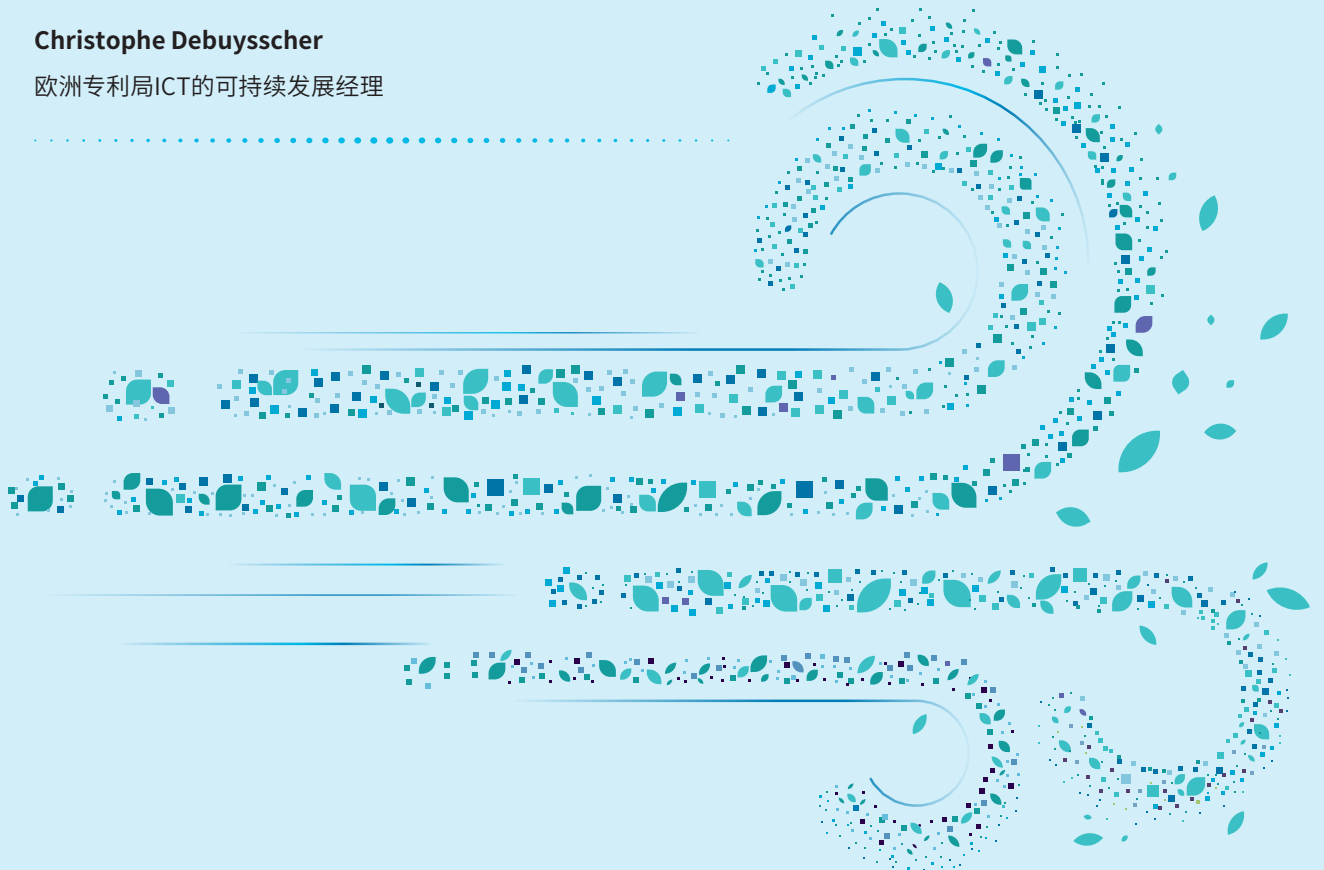
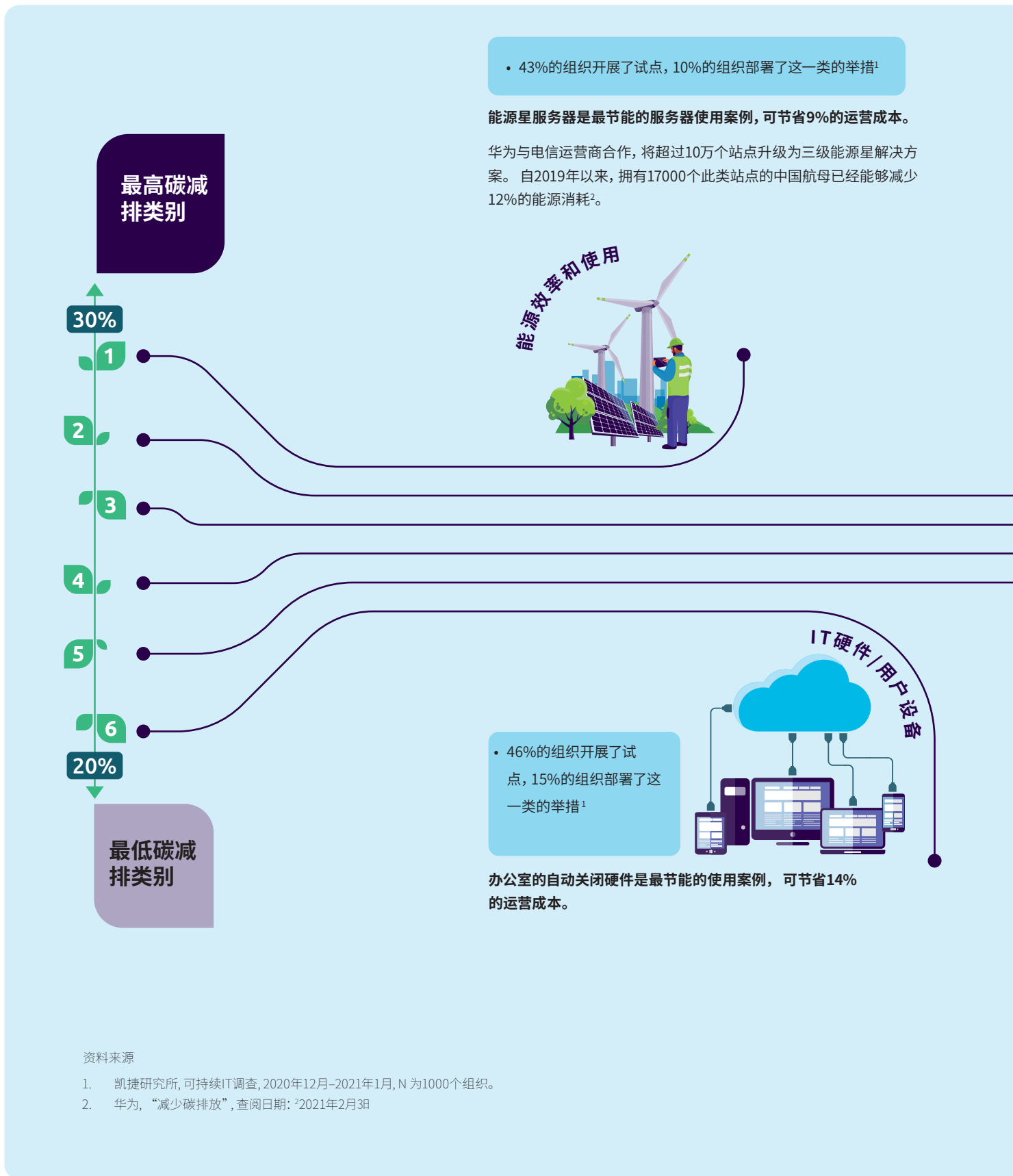


图16: 跨企业IT环境的可持续IT案例的采用及好处



资料来源

1. 凯捷研究所, 可持续IT调查, 2020年12月-2021年1月, N 为1000个组织。
2. 华为, “减少碳排放”, 查阅日期: 2021年2月3日



- 36%的组织开展了试点, 5%的组织部署了这一类的举措

**开发可持续的体系结构使应用程序合理化**是最具碳效率的用例, 可节省11%的运营成本。

英特尔开发了软件开发助手, 使程序员和工程师能够在系统执行特定工作负载时测量系统的能量<sup>3</sup>。



- 46%的组织开展了试点, 12%的组织部署了这一类的举措

**用机器学习去优化数据中心利用率**是最具碳效率的用例, 可节省9%的运营成本。

谷歌将数据中心中非紧急工作负载的执行转移到低碳并且能源丰富的时候<sup>4</sup>。



### 云计算/虚拟化

- 32%的组织开展了试点, 10%的组织部署了这一类的举措
- 冷却技术



**转向绿色云架构和框架**是最具碳效率的使用案例, 可节省19%的运营成本。

VMware – 虚拟软件提供者 – 通过虚拟化计算需求, 在2019年之前避免了累计12亿吨的二氧化碳排放<sup>5</sup>。

### 冷却技术



- 34%的组织开展了试点, 4%的组织部署了这一类的举措

**利用机器学习优化冷却系统**是最具碳效率的使用案例, 可节省8%的运营成本。

谷歌公司将冷却能源减少了15%利用数据中心服务器使用的大量数据, 谷歌能够更有效地管理服务器的冷却问题<sup>6</sup>。

资料来源:

1. 凯捷研究所, 可持续IT调查, 2020年12月 – 2021年1月, N 为1000个组织4月。
2. 英特尔, “节能软件开发”, 2015年2月。
3. 谷歌博客, “当阳光普照和风吹时, 我们的数据中心现在工作更努力”, 2020年4月2日
4. VMware, “可持续性报告 – 2019”, 2019年8月17。
5. 《卫报》, “谷歌利用人工智能将数据中心能耗削减15%”, 2016年7月

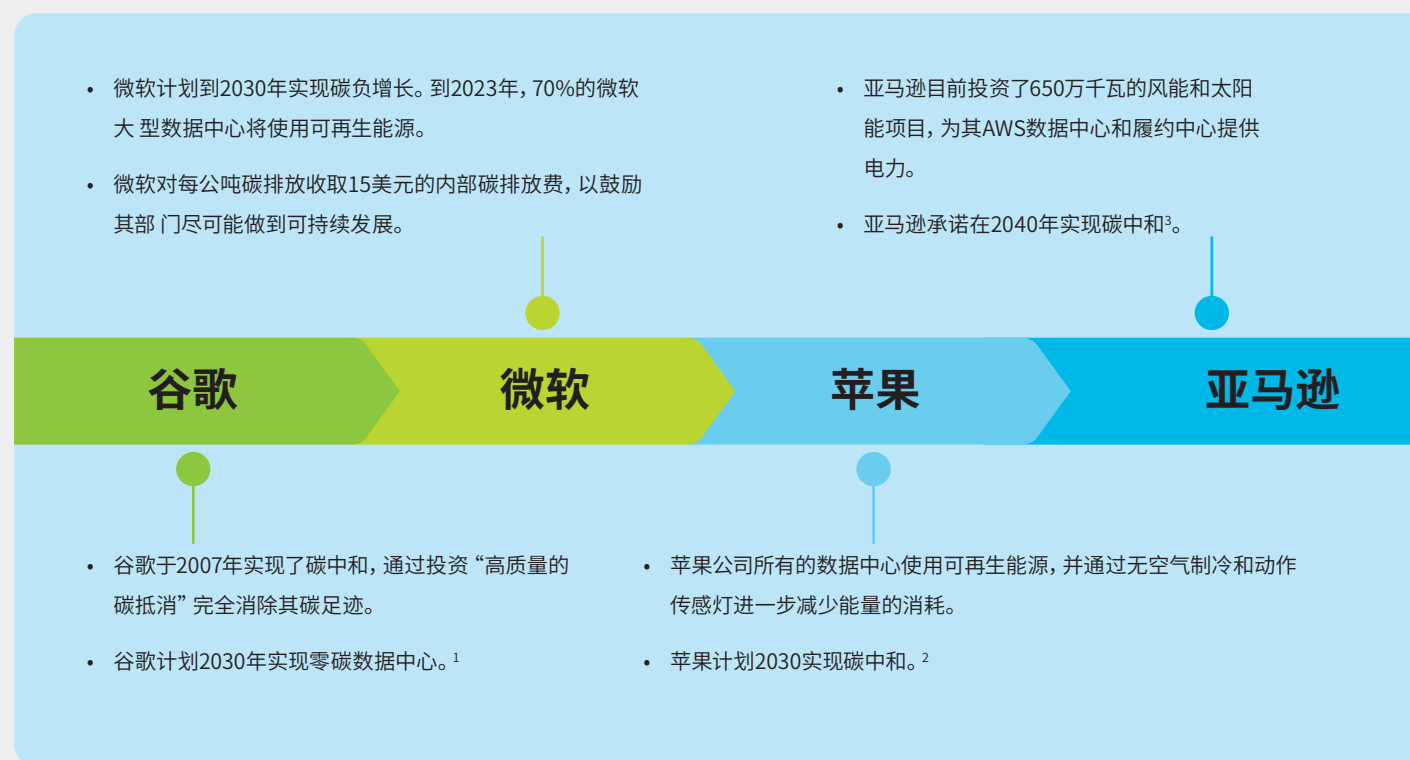
## 科技公司正在变得更加可持续化

科技公司正在处于推动可持续IT进程的有利地位，并在影响和倡导全球政策变革的方面发挥作用。科技公司正在积极采取措施使他们的信息技术操作、服务和产品脱碳。多家科技公司正在实施可持续IT计划（见图17），并宣布了实现碳中和的目标：<sup>(i)</sup>

- 谷歌于2007年实现了碳中和，并通过投资高质量的碳补偿来抵消其整个碳足迹。谷歌还计划到2030年建成零碳数据中心。

- 微软公司计划在2030年实现碳的负增长，并承诺在大气中减少的碳超过该公司所排放的碳。
- 苹果公司的目标是在2030年实现整个业务和制造供应链的碳中和。亚马逊的目标是在2040年实现碳中和。

图 17: 科技公司承诺在可持续的IT贡献处于领先



资料来源:

- BBC, “谷歌表示其碳足迹现在为零,” 2020/09.
  - 谁在拯救地球, “绿色编码:软件可持续.”
  - 康奈尔大学, “绿色算法:量化碳足迹,” 2020/12.
- BBC, “谷歌表示其碳足迹现在为零,” 2020/09.
  - 苹果, “全球苹果现在全部使用可再生能源,” 2018/04/10.

- 亚马逊的目标是在2040年实现碳中和。

可持续IT不仅是向更环保的硬件和能源迁移。一些组织正试图通过应用合理化及绿色编码等举措来实现更可持续的发展：

- 应用程序: 在整个组织中战略性地甄别业务应用，以了解哪些应用程序需要退役、替换或保留，可以减少冗余和不必要的能源消耗。
- 编程: 编程可以编写出消耗产能最小的算法，并且产出可持

续发展的创新方法，比如：

- 网飞、谷歌和领英使用耗能最少的程序语言。<sup>(ii)</sup>
- 康奈尔大学开发出了帮助用户评估他们的计算碳足迹的线上工具。<sup>(iii)</sup>

- 戴尔的两家自有工厂通过了ISO 50001的认证，并强烈鼓励合作伙伴也采用ISO 50001认证，以此减少设备的碳足迹。<sup>5</sup>
- 戴尔正在努力将其温室气体排放量减少至40%。<sup>4</sup>

- 三星的目标是到2030年回收75亿磅电子垃圾。
- 三星计划在2020年底在美国100%使用可再生能源。<sup>6</sup>

惠普

戴尔

联想

三星

- 惠普计划在2020年在全部运营中使用40%的可再生能源，并在未来达到100%，使得产品组合更加可持续。<sup>5</sup>
- 惠普的目标是到2025年将其打印和个人系统产品组合中的塑料回收量提高到30%。

- 联想获得中国政府为其颁发的四项绿色产品奖，表彰其生产的低碳足迹配件<sup>7</sup>。
- 联想则致力于在2021年减少40%温室气体的排放量。

1. 亚马逊，“亚马逊成为全球最大的可再生能源企业采购商，推进其2040年实现净零碳排放的气候承诺。” 2020/12/10。  
 2. 戴尔科技，“气候变化，”环境能源领导者，“惠普如何计划在全球业务实现100%可再生能源，” 2020/04/06。  
 3. 福布斯，“十大最具可持续消费的科技公司，” 2020/11。  
 4. 联想故事中心，“联想在中国制造业和供应链创新领域被评为绿色企业，” 2019/08/02。

# 构建加速可持续IT实现的路线图

根据我们的调查分析和访谈, 以及我们自己在该领域的相关经验,

我们提出一个分为三阶段的路线图来加速可持续IT议程 (见图18) :

图 18: 可持续 IT 实施路线图



资料来源: 凯捷研究院的分析.

# 阶段 1: 评估——为可持续的 IT 计划奠定基础

## 企业 IT 环境足迹的基线和基准

### 进行诊断性评估以了解IT对环境的影响

一半的组织因为缺乏工具和标准/评级去评估其企业范围内IT的碳足迹从而受到阻碍。例如，只有29%的公司在组织内所有职能中使用碳排放评估工具。

这些类型的工具很重要，他们可以帮助组织计算其应用程序组合和数据中心的碳足迹；通过停用应用程序并迁移到云上从而减少碳排放；并根据评估数据帮助设定碳成本。诊断工具的使用将使组织能够对 IT 的环境影响进行基线和基准测试，并帮助构建可持续 IT 的目标运营模式。

这是人工智能可以提供潜在解决方案的领域，超过三分之一（37%）的组织表示人工智能对于衡量 IT 的碳足迹至关重要。这将需要AI产品团队和IT之间的密切合作。

### 对组织和业务部门进行可持续的IT成熟度评估

在业务部门内和整个组织内进行成熟度评估提供了关于组织在可持续 IT 议程上的阶段以及需要采取的关键行动的背景。评估应包括定量方面（例如潜在成本或碳节省）和定性方面（例如员工行为影响和供应商评估）。目前，只有 41% 的组织对其组织结构和业务部门进行可持续 IT 的成熟度评估（相比之下，高成熟度组织的这一比例为 92%）

## 制定一个与组织更广泛的全球可持续发展战略相一致的可持续 IT 战略

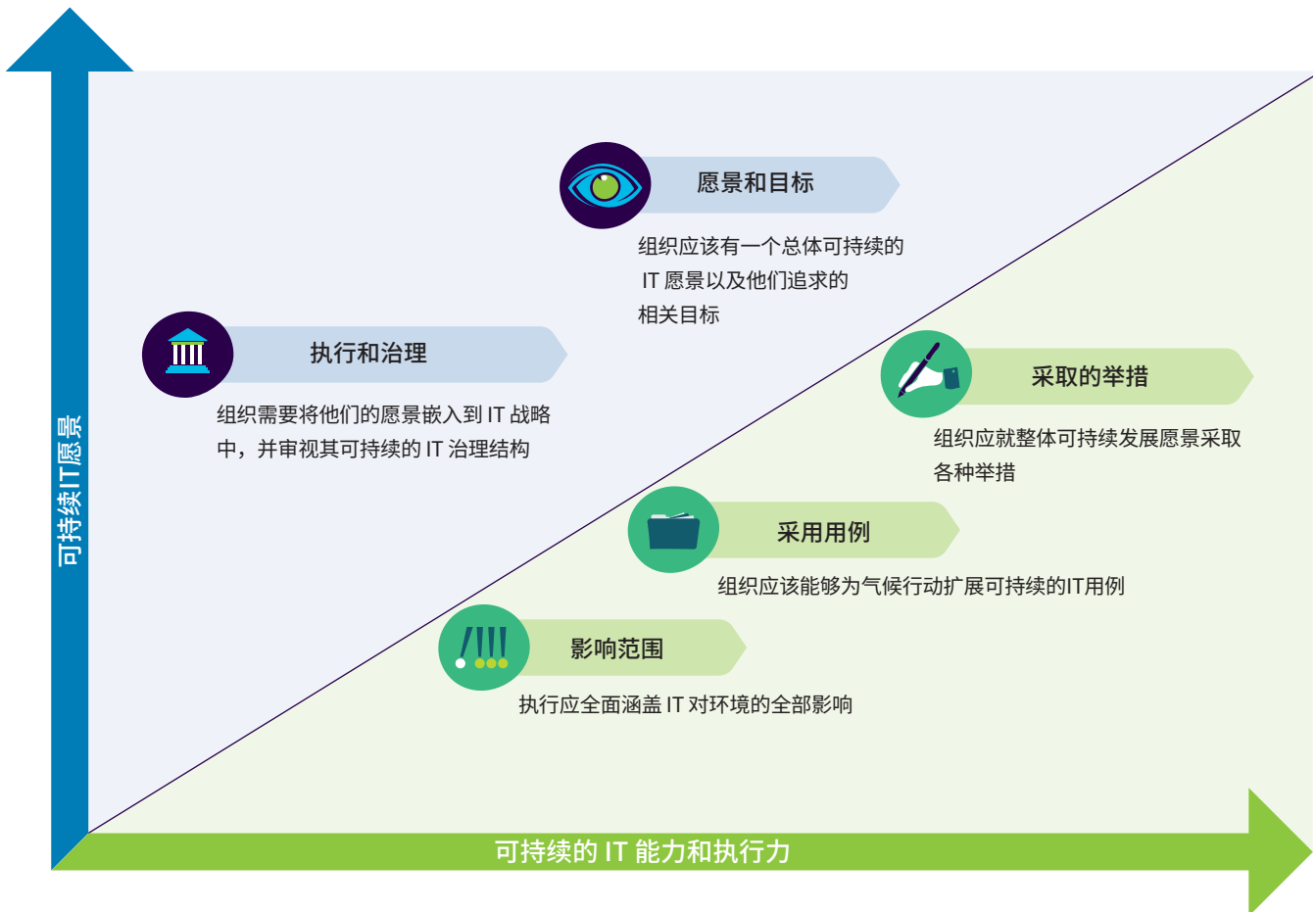
### 制定全面的可持续的IT战略

只有 18% 的组织拥有具有明确目标和目标时间表的全球可持续 IT 战略。虽然组织可能有多个与可持续 IT 保持一致的举措，但一致的企业战略对于集中精力和加速进展至关重要。组织的可持续 IT 战略需要包括明确定义的目标和时间表，并展示组织的潜在成本节约和环境效益。

如图19所示，一个全面的可持续IT战略需要引人注目的愿景和能力来执行。



图 19: 制定全面的可持续 IT 战略需要愿景和执行力



资料来源:凯捷研究院.

### 使可持续IT战略与全球可持续发展战略以及环境、社会和治理框架保持一致

许多组织制定了有野心的企业可持续发展战略:

- 例如,谷歌 (google) 是首批投资并专注于实现碳中和的大型科技巨头之一。该公司于2019年进行了历史上最大的可再生能源收购,并发行了57.5亿美元可持续发展债券成为第一家消除其全部碳遗产的大公司。

谷歌宣布计划到2030年在每个地区成为第一家每小时无碳运营的公司,并计划在他们运营的地方购买无碳能源。<sup>32</sup>

- 汽车巨头福特的目标是到2050年底实现碳中和。到2022年,它将在全球投资115亿美元,旨在减少各种业务的二氧化碳排放。<sup>33</sup>

然而，企业战略与可持续 IT 之间的紧密联系并不常见。只有 40% 的组织表示他们的可持续 IT 战略与更广泛的企业可持续发展战略保持一致。

建立可持续 IT 的一致性和跨组织认知度的一种方法是确保 IT 领导力是组织整体可持续性治理的一部分。一家零售连锁店的可持续发展负责人补充说：“我们有一个 CSR 委员会，其中包括我们的最高领导层，包括我们的首席执行官、首席财务官、IT 总监和其他高级管理人员。他们会就我们的集团可持续发展计划征询意见。”

另一种策略是确保可持续的 IT 战略是组织更广泛的方法的一部分，用于根据 ESG 目标测量、管理和报告其绩效。

对 ESG 进行可信披露的必要性正变得越来越重要。例如，英国已成为第一个将“气候相关财务信息披露工作组”（TCFD）报告框架定为强制性的国家。建立 TCFD 的目的是为公司制定一致的报告标准，以便投资者和其他利益相关者可以比较不同公司的可持续性业绩。TCFD 方法提供了一个通用的框架来确定哪些活动可以被定义为环境可持续，并旨在建立公司活动如何影响环境的透明度。<sup>34</sup>

## 定义关键绩效指标、目标、框架，并为 IT 运营设定碳成本

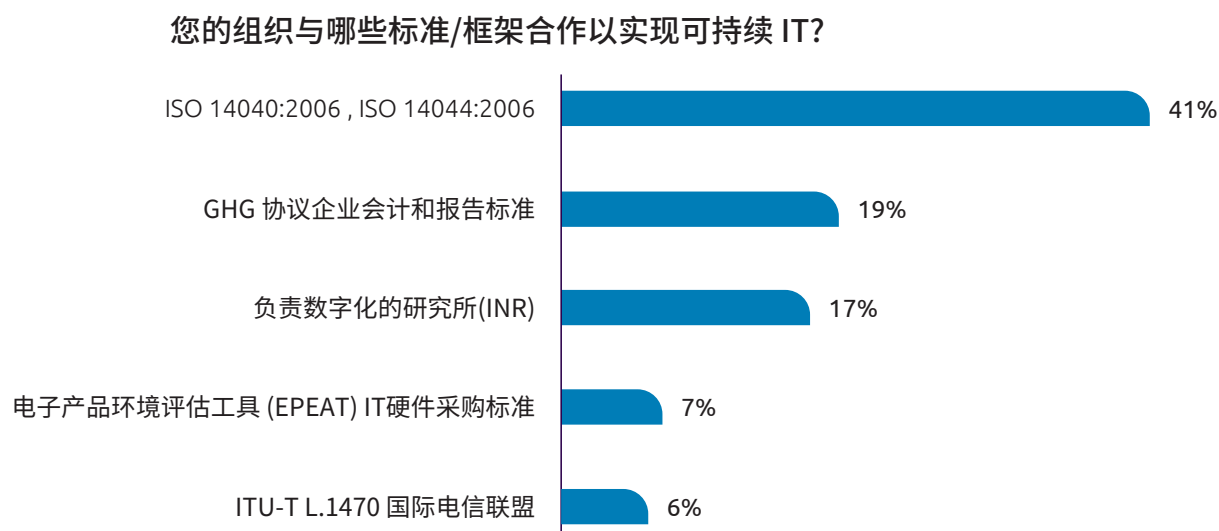
### 采用标准化框架并定义 KPI 来衡量和管理可持续的 IT 绩效

- 许多组织并未使用关键学科来衡量和管理其可持续 IT 战略。其中包括：设定可衡量且有时限的目标或指标，以减少组织的 IT 足迹脱碳。
- 定义关键绩效指标 (KPI) 以跟踪和衡量目标的进展情况。

组织可以利用一系列框架和标准来为其企业 IT 足迹设定碳减排目标。其中包括基于 ISO 的框架、GHG 协议企业会计和报告标准等（见图 20）。

然而，大多数组织并没有采用国际公认的标准和框架，也没有设定与之相关的碳减排目标。

图 20: 组织采用的可持续 IT 标准



资料来源: 凯捷研究院, 可持续 IT 调查, 2020 年 12 月-2021 年 1 月, N=1,000 组织。

我们的研究还表明，使用KPI去跟踪和衡量企业IT可持续性计划的进展并不普遍。例如，只有23%的企业将温室气体（GHG）的排放量作为其可持续IT计划评估的一部分。

没有这个准则，进展就很缓慢。事实上，只有1%的组织实现了其可持续发展IT的目标。

### 针对 IT 运营设置碳成本

针对 IT 运营设置碳成本可以帮助组织内的不同职能部门了解真正的IT碳足迹的影响。然而，只有27%的企业设定了成本。

相比之下，微软是这一领域的先驱：早在2012年，它就引入了内部碳排放收费准则。这些是针对公司内部业务部门的碳排放量征收的，这些碳排放与公司的全球运营有关，包括数据中心、办公室、实验室、制造和商务

航空旅行。这是可持续IT的驱动力和激励，因为业务部门必须在其年度预算中包括碳成本。2019年，所有碳排放的内部碳费翻了一番，达到每吨15美元。<sup>35,36</sup>

## 为可持续 IT 制定转型路线图

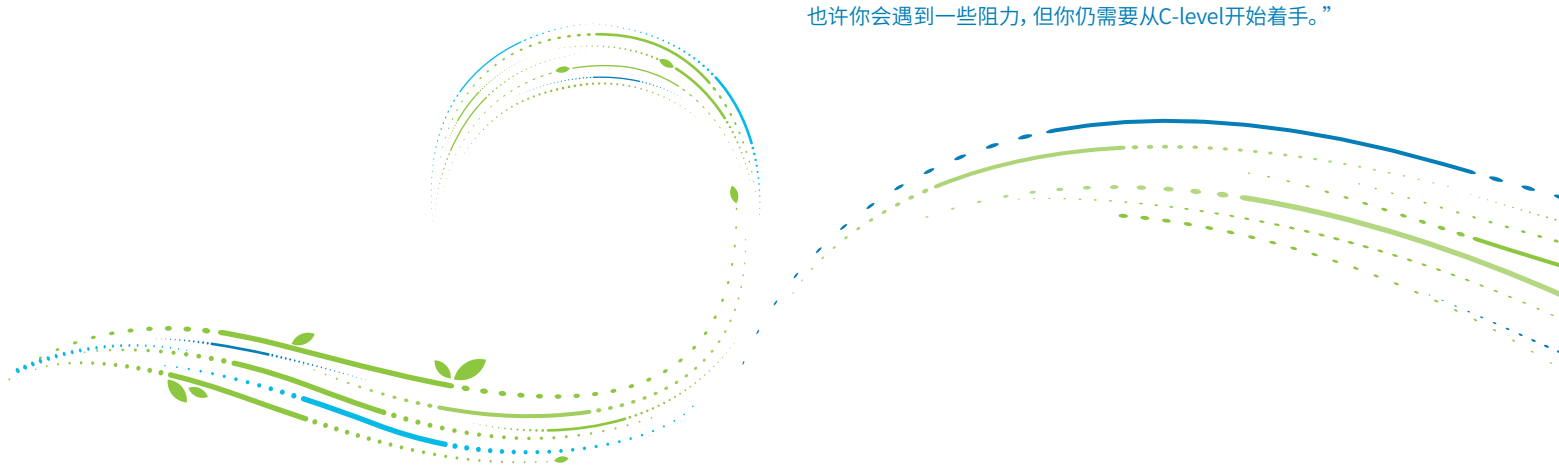
具有明确里程碑的路线图对于组织制定可持续IT部署的路径至关重要，我们发现95%的高成熟度组织都有这样的路线图。例如，思科制定了综合温室气体减排（IGR）路线图，作为其可持续IT战略的一部分，旨在减少与供应商相关的排放。思科利用其对供应商的直接影响来确保他们使用绿色采购战略、模型设计、产品实现、制造能源使用和运输方式选择。该公司正在与碳信息披露项目（CDP）合作，以确保其总体目标的进展情况保持透明：在整个供应链上削减100万公吨的温室气体排放。<sup>37</sup>

## 阶段二：治理计划-为可持续IT方案建立有效治理计划

### 保证关键利益相关者致力于实施可持续IT方案

如果要在组织中，特别是在一些整体意识和水平偏低的组织中驱动和嵌入可持续IT方法，来自利益相关者（包括高层领导）的投入显得尤为重要。这种投入也将帮助所有利益相关者理解组织对于可持续IT的需要程度，从而确保其过程的透明度和可靠性。我们发现，66%的高成熟度组织将可持续IT作为董事会议程的一部分，而全球水平则为34%。

欧洲专利局的Christophe强调了领导参与的重要性，他说：“你需要说服C-level们并使他们也参与其中。当你做完这些时，可持续IT就需要成为治理的一部分了，换句话说就是令可持续IT在公司的可持续发展委员会中拥有一席之地。在这之后，你可以制定一份可持续IT的政策来支持你的环境政策，然后实施具体的可持续发展举措。比如从能源消耗的角度决定你的ICT资产的环保之路从哪出发，又将去向何方。从这里开始，你需要让你的员工参与进来共同决定你将做什么，以及将要怎么做。也许你会遇到一些阻力，但你仍需要从C-level开始着手。”





## 将服务、业务模式、进入市场的战略与可持续IT相结合

组织同样需要将他们的服务、业务模式和市场策略与他们的可持续IT规范保持一致，以确保他们对于可持续的关注不间断地反映在他们的总体业务战略中。自2017年开始，谷歌已经100%使用可再生能源来支持其在全球的电力消耗，同时成为全球最大的可再生能源企业级买家。谷歌致力于在2030年实现可随时随地利用无碳能源开展业务的目标，这意味着诸如Gmail, Google Search, 或Google Assistant以及YouTube视频等工

具都将只能使用清洁能源。而苹果公司利用其以旧换新项目，以及apple care和回收项目，从垃圾填埋场转移了47000吨的电子产品，为新用户提供了超过1100万台电子产品。

## 创建一个专注的可持续IT团队

一个专注的可持续IT团队可以驱动更大的进步。若仅简单地将可持续IT方案与现有的IT团队摆在一起，或者仅将这个方案作为若干IT功能团队的一个优先级事项，可能无法达到可持续IT所要求的独特的目的性和连

贯性。目前，在我们的调查中，只有39%的组织拥有专门的可持续IT团队，然而在高成熟度的组织中，这一比例则上升到了95%。

## 阶段三：执行-实施可持续IT方案

### 确保可持续性成为软件架构的关键支柱

软件架构的多重方面都可以提升一个组织的可持续IT能力。关注软件架构的可持续性与关注性能和成本的问题一样重要。我们的研究还表明，大多数能够扩展这些方法的组织不仅实现的碳减排，还获得了额外的成本收益。

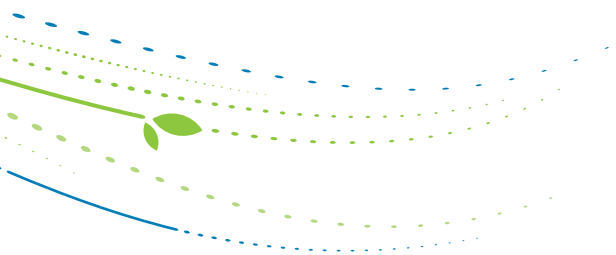
将可持续性引入软件架构意味着：

- 理解软件部署的环境后果，并在可持续性方面制定明确的相关方案原则

- 确保软件架构包含可持续性的观点，并基于结构的碳成本来做出部署决策

- 在金钱价值，敏捷性，遵从性和可持续性之间建立平衡

当软件架构拥有可持续性后，架构中特定软件模块的设计也必须从可持续性的角度来看。例如，帮助开发人员了解他们的软件模块的碳成本，并使用绿色编码来产生具有最小能源消耗的算法。



## 在设计和训练阶段识别人工智能对环境的影响

随着AI的普及，IT团队即需管理这些技术所带来的碳足迹。这些管理需要在人工智能设计和训练阶段进行。我们的调查显示人们越来越关注这个问题：

- 46%的受访者希望通过训练AI算法来抵消碳足迹。
- 三分之一的人表示，除了准确性之外，碳足迹也是人工智能算法选择和训练的关键决定因素。然而，只有三分之一的受访者意识到运行AI算法有碳或能源的消耗。

我们的相关研究“AI for Climate Action”倡导以下的关键行动：

- 利用公共的可用工具来监测AI的碳足迹，这些工具是由包括斯坦福大学，脸书、艾伦人工智能研究所和康奈尔大学在内的组织开发出来的
- 建立足以衡量整个AI碳足迹生命周期的能力

- 在大规模部署AI之前进行影响分析，在对AI应用进行分析的同时，应清楚地了解AI对环境的影响。
- 设计和部署高效且可持续发展的AI应用程序。目前大多数的AI应用关注的都是成本和运行效率而非碳成本。
- 与AI专家社区合作，了解来自学术界和初创公司的最佳实践。

## 将环境影响作为选择IT供应商的标准

总的来说，只有43%的组织认为环境影响在选择IT供应商时至关重要。考虑到从外部供应商和外包商采购的IT和IT服务的数量，供应商的选择就成了一个重大的课题。然而，这一问题在公共机构的工作中表现得更加明显。其中超过一半（57%）的组织在选择供应商时考虑了环境因素。

要确保技术供应商对于可持续IT规范的透明和负责，因为这将有助于组织实现其可持续IT的目标。一位负责环境的可持续性的高级主管

说，“我们有绿色的采购政策，我们所有的购买决策都与碳成本有关。目前这个政策应用在了像锅炉这种更大规模的基础设施投资中，不过我们在持续将这个考虑因素渗透进我们每一个购买决策中，包括我们的IT基础设施。”

仅有 **39%**  
的组织有专门的可持续IT团队



# 41%

## 的组织会为其雇员举办可持续IT的认知会议



## 发展可持续发展的文化和员工行为

为了实现可持续的IT运营，组织必须确保他们的员工拥有环保意识，且要参与到环保中去。然而，仅仅40%的组织表示他们的员工愿意为了支持可持续IT措施而改变一些公司层面的实践，比如员工在非工作时间关闭电脑，通过限制电子邮件和视频流数量来减少数据的使用。但是通过鼓励员工这样做的举措还远远不够。

- 仅有41%的公司为员工举办了可持续IT认知的培训

- 仅有31%的公司鼓励员工以更可持续的方式使用IT服务。这种激励可以改变员工的行为并创造正确的文化，从而确保IT技术的使用会符合组织更长远的持续发展目标。

## 选择并扩展正确的可持续IT用例

我们的研究表明，组织设法规模化的可持续IT用例不一定能带来最高程度的碳减排，比如

- 对于那些能够在组织范围内扩展解决方案的组织来说，转向“绿色”云架构和框架可以给他们带来19%的成本节约。
- 但是，尽管其潜力较大，超过十分之一（约15%）的人甚至没有听说过它，45%的人还没曾实践过它。

采用最多的用例还是转移到企业云应用上。若使用云计算，

从2021年到2024年，大约可以阻止10亿吨的二氧化碳排放。<sup>44</sup>然而，如果应用程序原样转移到云计算，而不从可持续发展的角度进行重新设计，那还是远达不到目的的。从本地应用程序迁移到云中会带来可持续

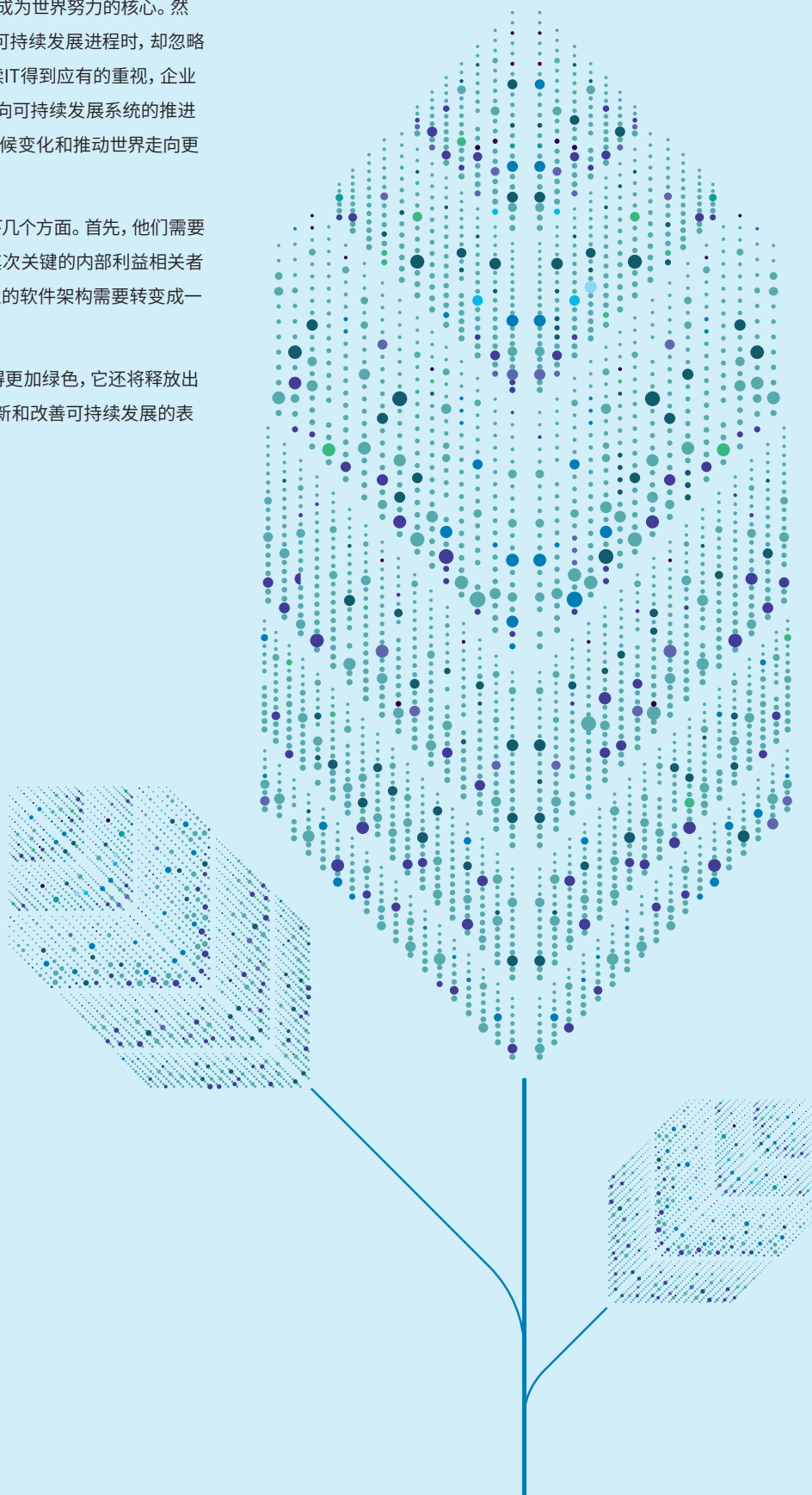
发展的好处，但这种“拿起来-移过去”的迁移方法会抵消一部分这样的好处，因为原来的应用架构有可能原本就是资源效率低下和碳密集型。因此，在迁移到云之前，组织应该重新设计他们的应用程序。此外，采用绿色云架构同样重要，因为它可以降低云计算环境中的功耗，从而提升资源利用率。

# 总结

在我们期望的后疫情恢复期，可持续性必须成为世界努力的核心。然而，越来越多的企业在关注他们组织整体的可持续发展进程时，却忽略了可持续发展IT这一关键问题。为了使可持续IT得到应有的重视，企业需要了解我们的数字化世界的碳成本并加快向可持续发展系统的推进和转变。这样一来，可持续IT就可以在应对气候变化和推动世界走向更美好的未来方面，发挥核心作用。

为了实现这一目标，各企业应将重点放在以下几个方面。首先，他们需要分析诊断工具、战略和可持续IT的路线图。其次关键的内部利益相关者需要充分参与，员工的行为需要改变，而企业的软件架构需要转变成一个可持续发展的立足点。

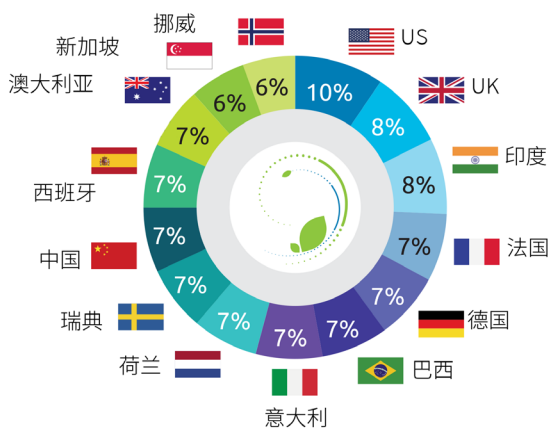
随着这种转型的进行，不仅企业IT的足迹变得更加绿色，它还将释放出智能技术的潜力。而智能技术在推动环境创新和改善可持续发展的表现方面，发挥着关键的作用。



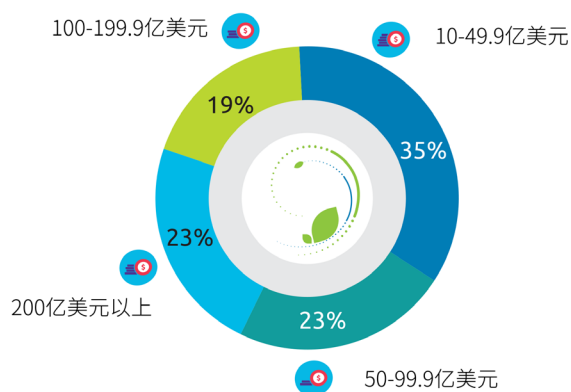
# 研究方法

我们调查了1000家年收益超过10亿美元的组织以探寻它们关于可持续IT的观点。

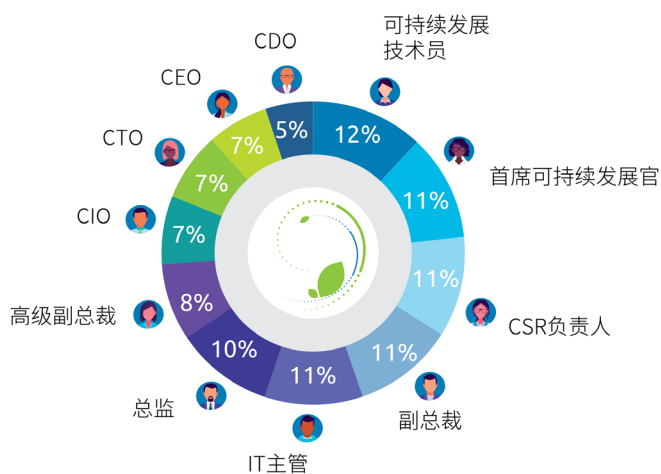
### 总部所在国家



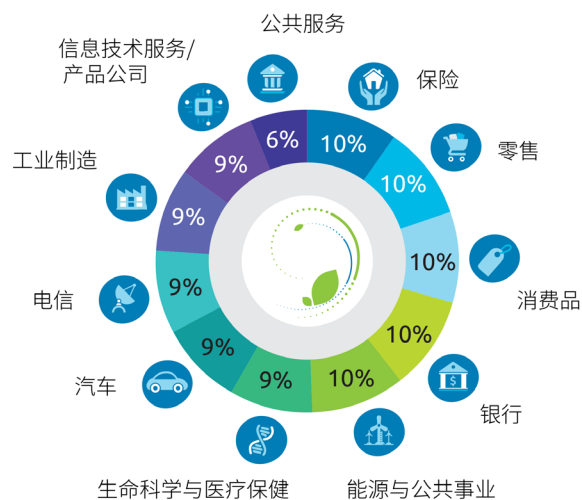
### 组织收入 - 2019



### 受访者职位



### 行业



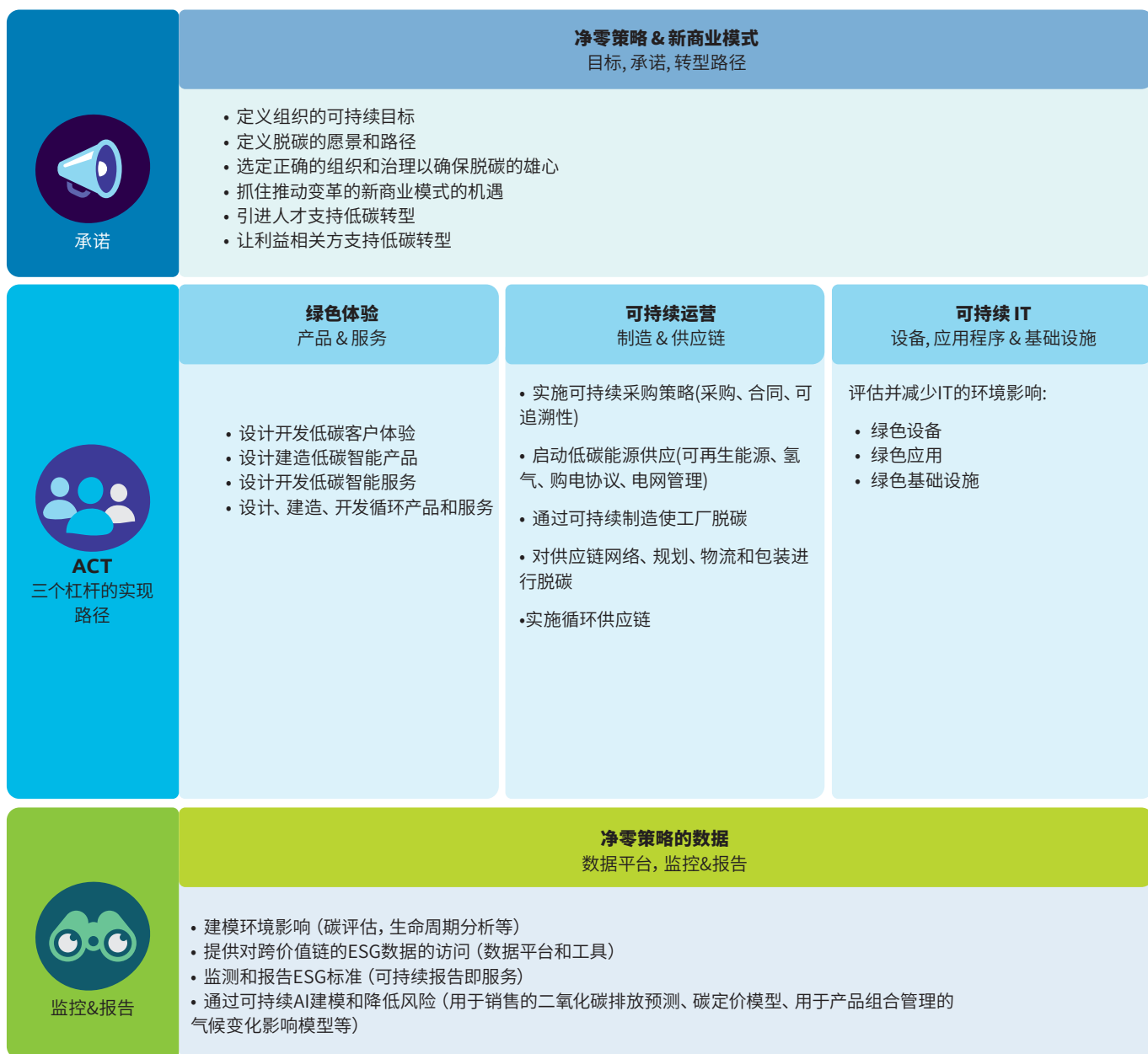
# 参考资料

1. IEA, "Global trends in internet traffic, data centre workloads and data centre energy use, 2010-2019," June, 2020.
2. Microsoft. (n.d.) Project Natick. Retrieved from <https://natick.research.microsoft.com/>.
3. United Nations institute for Training and Research, "GLOBAL E-WASTE SURGING: UP 21 PERCENT IN 5 YEARS," July 2, 2020.
4. IDC, "IoT Growth Demands Rethink of Long-Term Storage Strategies, says IDC," July 27, 2020.
5. IDC, "IoT Growth Demands Rethink of Long-Term Storage Strategies, says IDC," July 27, 2020.
6. Carbon Disclosure Project and the United States Environmental Protection Agency.
7. Capgemini Research Institute, "The AI-powered enterprise: unlocking the potential of AI at scale," July 2020.
8. IEA, "Global trends in internet traffic, data centre workloads and data centre energy use, 2010–2019," June 2020.
9. BBC, "Why your internet habits are not as clean as you think," March 2020.
10. Microsoft, "Achieving 100 percent renewable energy with 24/7 monitoring in Microsoft Sweden," November 24, 2020.
11. Google Cloud, "Announcing 'round-the-clock clean energy for cloud," September 14, 2020.
12. United Nations institute for Training and Research, "GLOBAL E-WASTE SURGING: UP 21 PERCENT IN 5 YEARS," July 2, 2020.
13. European Environmental Bureau, "Coolproducts don't cost the Earth," September 2019.
14. The Guardian, "Fairphone 3 review: the most ethical and repairable phone you can buy," September 18, 2019.
15. United Nations institute for Training and Research, "GLOBAL E-WASTE SURGING: UP 21 PER CENT IN 5 YEARS," July 2, 2020.
16. United Nations institute for Training and Research, "GLOBAL E-WASTE SURGING: UP 21 PER CENT IN 5 YEARS," July 2, 2020.
17. Global E-waste Statistics Partnership. (n.d.) Retrieved March 30, 2021 from <https://globalewaste.org/country-sheets/>
18. XD Ideas, "Yes, AI Has a Carbon Footprint – So How Do We Deal With It?" January 2020.
19. University of Massachusetts Amherst, "Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP," 2019.
20. Capgemini Research Institute, "Climate AI: How artificial intelligence can power your climate action strategy," November 2020.
21. MDPI – Andrae et al., "On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030," February 2015 data updated by the Shift Project.
22. World Economic Forum, "The world's e-waste is a huge problem. It's also a golden opportunity," January 24, 2019; The Straits Times, "World's e-waste 'unsustainable', says UN report citing China, India and US," July 2, 2020.
23. Economic Times, "E-waste becoming global challenge, but initiatives by companies give hope for better future," January 22, 2021.
24. Microsoft, "The Microsoft Cloud can save customers 93 percent and more in energy and carbon efficiency," May 2018.
25. Microsoft – Stories, "The Microsoft Cloud can save customers 93 percent and more in energy and carbon efficiency," May 17, 2018.
26. Energy Manager Magazine, "What next for data centres on the sustainability journey?" September 2020.
27. Techerati, "Carbon reduction through IT energy optimisation," November 2020.
28. Data center knowledge, "Not Just for Google: ML-Assisted Data Center Cooling You Can Do Today," November 2018.
29. Microsoft, "Microsoft finds underwater datacenters are reliable, practical and use energy sustainably," September 2020.
30. Capgemini Research Institute, "AI for Climate Action," November 2020.
31. Google blog, "Our data centres now work harder when the sun shines and wind blows," April 22, 2020.
32. Google, "Our third decade of climate action: Realizing a carbon-free future," September 2020.
33. Supplychaindive, "Ford plans to go carbon neutral by 2050," June 24, 2020.
34. ESGToday, "UK Becomes First Country in the World to Make TCFD-aligned Disclosure Mandatory," November 2020.
35. United Nations Climate Change, "Microsoft Global Carbon Fee | Global"
36. Microsoft, "We're increasing our carbon fee as we double down on sustainability," April 2019.
37. Cisco, "Pushing the Sustainability Envelope: Cisco Supply Chain to Cut 1 Million Metric Tonnes of Greenhouse Gas Emissions by 2020," June 2016
38. Google, "Our third decade of climate action: Realizing a carbon-free future," September 2020
39. Apple Inc, "Environment," accessed January 21, 2020.
40. Capgemini Research Institute, "AI for Climate Action," November 2020.
41. Stanford University, Facebook, Mila, McGill University, "Towards the systematic reporting of the energy and carbon footprints of machine learning – a working paper," February 2020.
42. Allen Institute for AI, Carnegie Mellon University, University of Washington, "Green AI," July 2019.
43. ArXiv, "Quantifying the Carbon Emissions of Machine Learning," November 2019.
44. IDC, "Cloud Computing Could Eliminate a Billion Metric Tons of CO<sub>2</sub> Emission Over the Next Four Years, and Possibly More, According to a New IDC Forecast," March 2021.

## 凯捷的净零投资组合产品框架

世界各地的公司都在大力投资以最小化对环境的影响并寻求更有效地利用资源。作为一家负责任的企业，我们希望在确保技术创造可持续未来方面发挥领导作用，特别是使我们的客户在他们所创造的产品和服务中更明智地利用资源。

我们在支持客户可持续发展的信心方面建立了坚实的基础，并创建了净零投资组合。





# 关于作者



## Benjamin Alleau

凯捷公司执行副总裁  
凯捷公司可持续发展业务负责人，  
Capgemini invent未来技术全球负责人。  
[benjamin.alleau@capgemini.com](mailto:benjamin.alleau@capgemini.com)

Capgemini invent技术咨询负责也是凯捷集团的可持续性投资组合负责人。他在咨询和战略客户管理方面拥有超过20年的专业经验，对利用创新技术改善组织的核心流程充满热情。虽然在匹配业务流程和IT战略方面他很熟练，但Benjamin的主要技能是识别和实施大规模的敏捷和基于技术的计划，并与合作伙伴的生态系统一起实现业务和战略结果。他于1998年毕业于Télécom ParisTech，担任信息、通信科学与技术工程师，并于2011年从埃森哲咨询公司转入凯捷。



## Laurence Jumeaux

Capgemini invent商业技术副总裁  
[laurence.jumeaux@capgemini.com](mailto:laurence.jumeaux@capgemini.com)

Laurence Jumeaux负责为该组织提供可持续IT服务。在IT行业工作了超过25年。转型，包括组织、技术和能力。她将IT转型的专业知识和新的资产结合起来，以减少IT对环境的影响。



## Jean-Baptiste Perrin

Capgemini invent副总裁，为社会创造全球领导者  
[jean-baptiste.perrin@capgemini.com](mailto:jean-baptiste.perrin@capgemini.com)

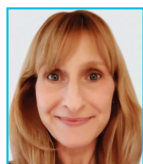
Jean-Baptiste领导Capgemini Invent的社会影响业务倡议为社会创造。他在公共部门和可持续发展方面有着丰富的背景，是法国Capgemini Invent的公民服务副总裁，目前与我们最近收购的包含社会影响的机构 Purpose发展业务进行协同工作。



## Philippe Roques

凯捷集团eAPM执行副总裁兼全球领导者  
[philippe.a.roques@capgemini.com](mailto:philippe.a.roques@capgemini.com)

Philippe是eAPM(经济应用投资组合管理)的执行副总裁和全球领导者。他拥有超过30年的IT转型经验。他是报告“掌握IT性能的最佳实践”的作者。在过去的10年里，Philippe一直在开发eAPM。eAPM以AI为动力，是一个决策平台，致力于回答CIO的燃烧平台。可持续性研究越来越受到eAPM决策资产的重视。eAPM方法被顶级分析师视为独特的加速器。碳排放量计算是通过eAPM功能在应用级别上发挥杠杆作用，为在不久的将来做出明智的权衡决定和更多的创新铺平了道路。



## Courtney Holm

Capgemini invent商业技术副总裁  
[courtney.holm@capgemini.com](mailto:courtney.holm@capgemini.com)

Courtney Holm是Capgemini Invent英国公司新任命的可持续发展解决方案副总裁。她的职责是塑造Capgemini Invent为客户创造长期、可持续价值的方式，使他们能够以新鲜的视角和数字解决方案，从而使他们能够在应对地球、人类和系统挑战方面发挥变革性作用。她在英国的全球企业中积累了专业知识；从Tesco客户总监、可持续发展专家到可持续技术全球主管，通过创新和技术推动Unilever的可持续增长。Courtney在实施创新技术解决方案方面有着可靠的业绩，并且是围绕复杂业务挑战促进协作的专家。



## Gunnar Menzel

凯捷公司北欧和中欧副总裁兼首席技术与创新官  
[gunnar.menzel@capgemini.com](mailto:gunnar.menzel@capgemini.com)

他是该集团10位注册建筑师之一，也是Capgemini年度TechnoVision趋势系列的主要作者。Gunnar领导了许多IT转型项目，帮助和支持大型组织减少其对环境的影响。



## Dr. James Robey

凯捷全球环境可持续发展主管  
[james.robey@capgemini.com](mailto:james.robey@capgemini.com)

自2008年以来一直领导凯捷的可持续发展议程，创建并推动广泛的项目，以减少集团自身的环境影响，同时为凯捷客户的可持续发展挑战寻找机会。此外，他还在多所顶尖大学教授可持续商



**Matthew Bradley**

可持续发展总监

[matthew.bradley@capgemini.com](mailto:matthew.bradley@capgemini.com)

Matt在凯捷集团内领导了许多关键的可持续发展项目，通过利用我们的能力和服务开发了开拓性的可持续发展战略和方法，并展示了技术如何解决我们今天和以后面临的可持续发展挑战方面的重要作用。Matt是DEFRA和DEFRA工作组的积极成员，以支持该部门实现其“净零”目标，他也是联合国和DEFRA可持续ICT指南的合著者。

**Kristin Kiri Trier**

德国公司董事

[kiri.trier@capgemini.com](mailto:kiri.trier@capgemini.com)

Kristin Kiri Trier是一位充满激情的可持续发展领导者和研究员(主任, 研究员err.soc.oec), 在创新和可持续发展管理方面拥有超过10年的国际经验。作为行业领先的可持续发展和社会发明DACH, 她为凯捷的客户提供正确的可持续发展战略和业务, 鼓励他们根据巴黎协议从端到端的角度, 使用正确的方法和测量来推动可持续发展。

**Vincent de Montalivet**

凯捷公司可持续人工智能主管

[vincent.de-montalivet@capgemini.com](mailto:vincent.de-montalivet@capgemini.com)

Vincent领导可持续AI, 是Perform AI - Capgemini Group AI & Analytics的一部分。他在可持续ICT领域工作了十多年, 曾担任咨询、中小企业、地方政府和非政府组织的IT项目管理和业务发展职务。

**Clémence Lambert**

可持续IT管理顾问

[clemence.lambert@capgemini.com](mailto:clemence.lambert@capgemini.com)

Clémence在金融服务和技术在内的许多行业中包括凯捷都拥有可靠的业绩, 并在创新、可持续的商业模型和服务设计方面都有良好的记录。她最近加快了凯捷可持续发展产品的结构和发展。

**Jerome Buvat**

凯捷研究院和全球研究部主任

[jerome.buvat@capgemini.com](mailto:jerome.buvat@capgemini.com)

Jerome是凯捷研究院的负责人。他与行业领袖和学者密切合作, 帮助组织理解新兴技术业务的影响。

**Subrahmanyam K VJ**

凯捷研究院主任

[subrahmanyam.kvj@capgemini.com](mailto:subrahmanyam.kvj@capgemini.com)

Subrahmanyam是凯捷研究院(Capgemini Research Institute)的主任。在被软件覆盖的世界里, 他喜欢探索技术对商业和消费者行为的影响。

**Sumit Cherian**

凯捷研究院高级经理

[Sumit.cherian@capgemini.com](mailto:Sumit.cherian@capgemini.com)

Sumit是凯捷研究所的高级经理。他领导跨行业的研究项目, 帮助客户了解数字技术如何颠覆商业格局以及消费者行为。

**Shahul Nath**

凯捷研究院高级顾问

[shahul.nath@capgemini.com](mailto:shahul.nath@capgemini.com)

Shahul是凯捷研究院的高级顾问。他密切关注着颠覆性技术及其对行业和社会的影响。

作者们特别感谢Roopa Nambiar, Abhishek Jain, Somya Verma, Neha Saxena, Jinil Raj, Anne-Violaine Monnie-Agazzi, Michiel Boreel, Navin Goel, Sandeep Kumar, Arnaud Balssa, Ron Tolido, JACQUES MEZHRAHID, Ralf Schneider-Maul, Eric Fradet, Paul Dixon, NICOLAS GAUDILLIÈRE, Jean-Marc DEFAUT, Ramesh Kumar Ramamurthy, Arthur ARRIGHI DE CASANOVA, FRANÇOIS SONNTAG, Heino Hüttner, Markus Vogg, Frank Wammes, Stephan Taitz, Claire Egu, Sophie Heinrich, Mario Camarero Soriano, Avishek Mukhopadhyay, Golboo Pourabdollahian, Maud Paré, Liza Belenky, Maxime Wyka, Sarah Behnam 以及 Soumik Das 感谢他们对这项研究的贡献。

## 关于凯捷研究院

凯捷研究院 (Capgemini Research Institute) 是凯捷在所有数字领域的内部智库。该研究院发表了关于数字技术对大型传统企业影响的研究报告。该团队利用凯捷的全球专家网络, 并与学术和技术合作伙伴密切合作。该研究院在印度、新加坡、英国和美国设有专门的研究中心。该公司最近在独立分析师的研究质量上排名全球第一。

访问我们[www.capgemini.com/researchinstitute/](http://www.capgemini.com/researchinstitute/)

本刊由凯捷数字化研发 (CSD) 团队翻译, 数字化研发 (CSD) 团队有超过800名专业顾问致力于数字化相关项目, 运用Rightshore交付模式和通过专业顾问为客户提供服务, 主要专注于汽车、消费品零售、商业地产和高科技行业。团队终端能力涵盖: 数字创新与规划、数字化转型咨询与实施、微服务架构设计与实现、基于敏捷和DevOps 方法的应用等。

**主要译者: 谭淞哲, 刘小雪, 富子龙, 熊泽林, 刘晨, 戚晓桐, 孟照楠, 潘月希文, 黎声, 徐珍妮, 王雨沛。**

## Subscribe to the latest research from the Capgemini Research Institute

Receive advance copies of our reports by scanning the QR code or visiting <https://www.capgemini.com/capgemini-research-institute-subscription/>

Capgemini Research Institute

Fields marked with an \* are required

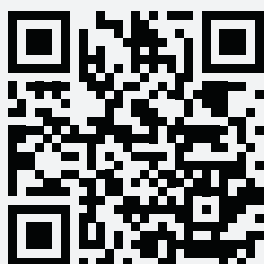
First Name \*

Last Name \*

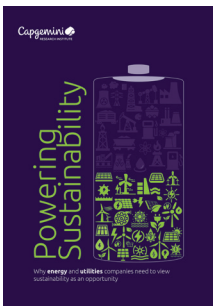
Email \*

By submitting this form, I understand that my data will be processed by Capgemini as indicated above and described in the Terms of use.

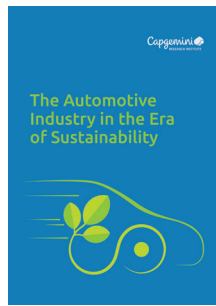
Submit



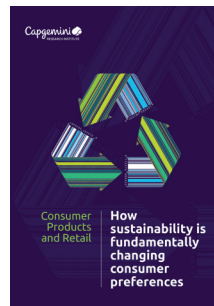
# Discover more about our recent research



Sustainability in energy and utilities



The Automotive Industry in the Era of Sustainability



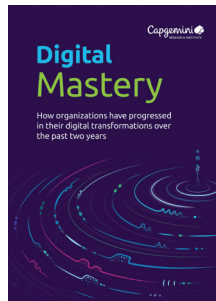
How sustainability is fundamentally changing consumer preferences



Conversations for Tomorrow: Edition 1



Climate AI



Digital Mastery



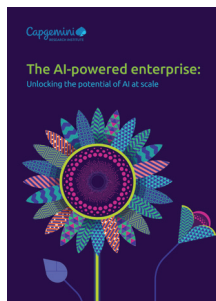
The data-powered enterprise



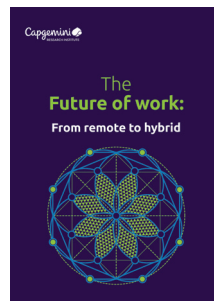
Scaling innovation



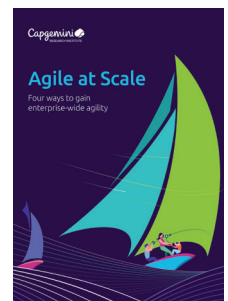
AI in Cybersecurity



The AI-powered enterprise



The Future of Work



Agile at scale



## 关于凯捷

凯捷是全球领先的企业合作伙伴，利用技术的力量帮助企业实现业务转型和管理。其宗旨是通过技术释放人类能量，创造一个包容和可持续的未来。凯捷是一个负责任和多元化组织，在近50个国家拥有27万名团队成员。凭借其50余年的悠久历史和深厚的行业专业知识，在快速发展和创新的云、数据、人工智能、互联连接、软件、数字工程和平台的创新世界推动下，凯捷深受客户信任，能够满足客户从战略、设计到运营的全方位业务需求。集团2020年的全球收入为160亿欧元。

了解更多请访问 | [www.capgemini.com](http://www.capgemini.com)